

# Vollständige Theorie des gesättigten Wasserdampfes.

Von

**Emil Herrmann,**

Professor der Mechanik an der königl. Berg- und Forstakademie in Schemnitz.

(Schluss.)

## 2. Isodynamische Expansion.

Gegeben wie früher die Anfangsspannung, der Dampfgehalt des Gemisches und der Expansionsgrad  $\frac{v}{v_0} = \varphi$ .

Aus der Tabelle I ist es ersichtlich, dass die Energie des Wassers mit der Temperatur zunimmt; soll daher der Endzustand kein überhitzter sein, so darf anfangs kein reiner gesättigter Dampf genommen werden. Die isodynamische oder vielleicht noch besser die isoenergische Expansion ist somit mit einer kleinen Verdampfung verbunden.

Als Bedingungsgleichung zur Entwicklung des in Gleichung I und IV vorkommenden Integrales hat man nun

$$t + p v \left( \frac{1}{C(b+t)} - A \right) = t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - A p_0 v_0 = U_0,$$

daher

$$v = \frac{U_0 - t}{\frac{1}{C(b+t)} - A} \cdot \frac{1}{p},$$

somit

$$\int_p^{p_0} v dp = \int_p^{p_0} \frac{U_0 - t}{1 - AC(b+t)} \cdot C(b+t) \frac{dp}{p},$$

welches Integral sich mit Rücksicht auf Gleichung (3) und mit gleichzeitiger Substitution von  $\frac{1}{AC} = k$  verwandelt in

$$A \int_p^{p_0} v dp = k \int_t^{t_0} \frac{U_0 - t}{(k - b - t)(a + t)} dt.$$

Durch theilweise Integration ergibt sich hieraus:

$$A \int_p^{p_0} v dp = \frac{k}{k + a - b} \left[ (U_0 + a) \log \frac{a + t_0}{a + t} + (k - b - U_0) \log \frac{k - b - t_0}{k - b - t} \right].$$

Da

$$k = \frac{1}{AC(a-b)}, \text{ so ist } \frac{1}{AC} = k(a-b) = 44.6 \times 85.8,$$

so dass der Zahlenwerth von

$$A \int_p^{p_0} v dp = \frac{44.6}{45.6} \left[ (U_0 + 273) \log \frac{273 + t_0}{273 + t} + (3639.48 - U_0) \log \frac{3639.48 - t_0}{3639.48 - t} \right].$$

Das ziemlich unbequeme Glied  $\log \frac{3639.48 - t_0}{3639.48 - t}$  lässt sich mit genügender Genauigkeit durch das erste Glied der bekannten logarithmischen Reihe

$$\log \frac{a}{b} = 2 \left( \frac{a-b}{a+b} + \frac{1}{3} \left( \frac{a-b}{a+b} \right)^3 + \dots \right)$$

ersetzen. Hiernach wird

$$Q = t - t_0 + \frac{v p}{C(b+t)} - \frac{v_0 p_0}{C(b+t_0)} + \frac{44.6}{45.6} \left[ (U_0 + 273) \log \frac{273 + t_0}{273 + t} + \frac{3639.48 - U_0}{3639.48 - t} (t - t_0) \right].$$

Die geleistete Arbeit hingegen ist

$$L = p v - p_0 v_0 + \frac{44.6}{45.6} 423.6 \left[ (U_0 + 273) \log \frac{a + t_0}{a + t} + \frac{3639.48 - U_0}{3639.48 - \frac{t + t_0}{2}} (t - t_0) \right].$$

Es bleibt mir nur noch zu zeigen übrig, wie die Endtemperatur in einem speciellen Falle zu bestimmen ist.

Es sei z. B.

$$p_0 = 5 \text{ Atm. } \varphi = 4 \text{ und } x_0 = 0.9.$$

Die Anfangstemperatur  $t_0$  kann nun mittelst der Gleichung (5) oder aber durch Interpolation aus der Tabelle gesucht werden, wie im früheren Beispiele gezeigt wurde. Dort fand sich

$$t_0 = 152.33^\circ \text{ und } s_0 = 0.3636,$$

daher

$$v_0 = 0.3636 \times 0.9 + 0.0001 = 0.32734.$$

somit

$$\log v_0 = 0.51500 - 1.$$

Aus Tabelle II folgt dann noch

$$\log \left[ \frac{p_0}{C(b+t_0)} - A p_0 \right] = 3.07434 - 2353 = 1010 \times 2.33 = 3.09787,$$

somit

$$\log \left( \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - A p_0 v_0 \right) = 2.61289,$$

woraus

$$U_0 = 152.33 + 410.10 = 562.43.$$

Das Endvolum ergibt sich aus  $\log v = \log \varphi v_0 = 0.11706$ .

Vergleicht man dies mit der Tabelle, so zeigt es sich, dass die Endtemperatur bei  $105^\circ$  betragen wird. Nehmen wir nun  $\frac{p}{C(b+t)} - A p$  bei  $105^\circ$ , so kommt die Energie aus

$$\log \left( \frac{\varphi v_0 p}{C(b+t)} - A p \varphi v_0 \right) = 2.66337 = \log 460.65$$

und

$$t = 105^\circ,$$

$U = 565.65$  schon zu gross, daher liegt die wahre Schlusstemperatur zwischen  $100^\circ$  und  $105^\circ$ . Für ersteres wird dann

$$\log \left( \frac{\varphi v_0 p}{C(b+t)} - A p \varphi v_0 \right) = 2.59510 = \log 393.64,$$

das heisst:

$$U = 493.64.$$

Für  $5^\circ$  beträgt daher die Zunahme von  $U$

$$\Delta U = 565.65 - 493.64 = 72.01,$$

zu corrigiren sind jedoch nur

$$\Delta U_1 = 562.53 - 493.64 = 68.89,$$

weshalb die wahre Endtemperatur

$$t = 100 + \frac{68.89}{72.01} \cdot 5 = 104.78^\circ.$$

Die Bestimmung der Arbeit und der zuzuführenden Wärmemenge unterliegt nun keiner Schwierigkeit. Ueberhaupt ist im vorliegenden Falle nur eine der Grössen zu berechnen, weil allgemein

$$Q = U - U_0 + A L,$$

somit im vorliegenden speciellen Falle, da  $U = U_0$

$$Q = AL = Apv - Ap_0 v_0 + \frac{44.6}{45.6} \left[ (U_0 + 273) \log \frac{a+t_0}{a+t} + \frac{3639.48 - U_0}{3639.48 - \frac{t+t_0}{2}} (t-t_0) \right].$$

Für das gewählte Beispiel ist

$$\log Ap_0 = 2.08625 \quad \log Ap_0 v_0 = 1.60125 = \log 39.925, \\ \log Ap = 1.46332 \quad \log Apv = 1.58038 = \log 38.052,$$

$$U_0 + a = 835.53; \quad \log \text{nat} \frac{a+t_0}{a+t} = 0.11853;$$

$$\frac{3639.48 - U_0}{3639.48 - \frac{t+t_0}{2}} (t-t_0) = -41.67,$$

$$Q = -1.87 + 99.03 - 41.67 = 55.49 \text{ Calorien pro Kilogr.}$$

$$L = 55.49 \times 423.6 = 23505 \text{ Meterkilogramm.}$$

Der spezifische Dampfgehalt bestimmt sich aus der Gleichung

$$x = \frac{\varphi v_0 - \sigma}{s - \sigma};$$

bei so geringem Wassergehalt kann man einfach

$$x = \frac{\varphi v_0}{s}$$

setzen, und zwar ist

$$\log x = 0.11706 - 0.14903 = 0.96803 - 1, \\ x = 0.929.$$

Der Dampfgehalt hat somit um nahezu 3% zugenommen.

Es ist bemerkenswerth, dass man diese allerdings nicht wichtige Zustandsänderung bisher nicht verfolgen konnte.

### 3. Adiabatische oder isoentropische Expansion.

Die wichtigste unter den Zustandsänderungen des Dampfes ist unstreitig jene, bei welcher eine Wärmemittheilung oder Entziehung nicht stattfindet. Eine solche Zustandsänderung ist nur bei constanter Entropie möglich, weshalb man sie auch eine isoentropische Ausdehnung oder Compression nennen kann.

Zur Bestimmung des Integrales in Gleichung I u. IV dient nun die Bestimmungsgleichung

$$E - E_0 = 0 = \log(a+t) +$$

$$+ \frac{pv}{C(b+t)(a+t)} - \left[ \log(a+t_0) + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)(a+t_0)} \right]$$

oder

$$\frac{pv}{C(b+t)(a+t)} - \log(a+t) = E_0.$$

Die Gleichung (1) verwandelt sich in

$$0 = t + \frac{pv}{C(b+t)} - \left[ t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} \right] + A \int_p^{p_0} v dp,$$

woraus

$$A \int_p^{p_0} v dp = t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - \left[ t + \frac{pv}{C(b+t)} \right].$$

Substituiert man dies in Gleichung IV, so folgt:

$$L = \left[ Apv - Ap_0 v_0 + t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - t - \frac{pv}{C(b+t)} \right] \cdot \frac{1}{A},$$

das heisst:

$$L = 423.6 \left\{ t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - Ap_0 v_0 \right\} - \\ - 423.6 \left\{ t + \frac{pv}{C(b+t)} - Apv \right\},$$

oder auch

$$L = 423.6 \{ U_0 - U \},$$

was auch aus der allgemeinen Gleichung

$$Q = U - U_0 + AL$$

folgt, wenn man  $Q = 0$  setzt und  $L$  bestimmt. Es handelt sich daher nur mehr um die Bestimmung des Endzustandes, wenn der Anfangszustand des Gemisches und dessen Expansionsgrad bekannt ist.

Zu diesen Ende sehen wir vorläufig ab von dem Unterschiede zwischen  $\log(a+t)$  und  $\log(a+t_0)$ , wodurch als erste Näherung

$$\frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)(a+t_0)} = \frac{p \varphi v_0}{C(b+t)(a+t)}$$

folgt, woraus

$$\log \frac{p}{C(b+t)(a+t)} = \log \frac{p_0}{\varphi C(b+t_0)(a+t_0)}.$$

Letztere Gleichung liefert die erste Annäherung der Schlusstemperatur, welche innerhalb zweier in der Tabelle aufgenommenen Temperaturen liegen wird. Es ist gut, den nächst grösseren dieser Werthe zur weiteren Rechnung zuerst zu benützen. Bezeichnen wir diese mit  $t'$  und bestimmen die Entropie:

$$E' = \frac{p' \varphi v_0}{C(b+t')(a+t')} + \log(a+t').$$

Ist  $E' > E_0$ , so liegt die Temperatur zwischen den schon ermittelten Grenzen, sobald aber  $E' < E_0$ , so ist die wahre Schlusstemperatur zwischen  $t'$  und  $t' + 5^\circ$  zu suchen. Setzen wir die zweite Grenze gleich  $t''$  und bestimmen:

$$E'' = \frac{p'' \varphi v_0}{C(b+t'')(a+t'')} + \log(a+t''),$$

so muss

$$E' \geq E_0 \geq E''$$

sein. Die Correctur der Temperatur findet sich dann

$$\Delta t = \frac{E_0 - E'}{E'' - E'} 5,$$

weshalb die Schlusstemperatur

$$t = t' + \Delta t.$$

Es sei z. B.  $p_0 = 5 \text{ Atm.}$   $\frac{v}{v_0} = \varphi = 4$ , wie gross ist die geleistete Arbeit eines Kilogramm reinen gesättigten Dampfes?

Die Anfangstemperatur  $t_0 = 152.33^\circ$ , die Entropie  $E_0 = 7.2281 \log v_p = 0.56062 - 1$ .

Ferner ist

$$\log \frac{p_0}{C(b+t_0)(a+t_0)} = 0.50950,$$

daher

$$\log \frac{p_0}{\varphi C(b+t_0)(a+t_0)} = 9.90744,$$

weshalb die nächst grössere Temperatur der Tabelle

$$t = 100^\circ.$$

Mit diesem Werthe findet man

$$\log \frac{p' \varphi v_0}{C(b+t')(a+t')} = 9.94021 + 9.56062 + \\ + 0.60206 = 0.10289,$$

somit

$$\frac{p' \varphi v_0}{C(b+t')(a+t')} + \log(a+t') = 7.1889 = E'.$$

Da  $E' < E_0$ , so liegt die wahre Schlusstemperatur zwischen 100 und 105°. Für letztere Temperatur ergibt sich

$$\log \frac{p'' \varphi v_0}{C(b+t'')(a+t'')} = 0.00332 + 0.16268 = 0.16600,$$

oder

$$\frac{p'' \varphi v_0}{C(b+t'')(a+t'')} + \log(a+t'') = 1.4656 + 5.9349 = 7.4005.$$

Die Correctur der Temperatur ist deshalb

$$\Delta t = \frac{7.2281 - 7.1889}{7.4005 - 7.1889} \cdot 5 = 0.93,$$

das heisst

$$t = 100.93^\circ.$$

Diese Temperatur lässt sich noch verbessern. Bestimmt man nämlich

$$\frac{p \varphi v_0}{C(b+t)(a+t)} + \log(a+t) = 7.2261,$$

so sieht man, dass die Temperatur noch um etwas Weniges zu klein ist, und zwar um

$$\Delta t'' = \frac{7.2281 - 7.2261}{7.2261 - 7.1889} \times 0.93 = \frac{0.0020}{0.0372} \cdot 0.93 = 0.05,$$

weshalb die nun schon bis auf Hundertstel-Grade genaue Temperatur

$$t = 100.98^\circ.$$

Hiemit ergibt sich

$$\log \varphi v_0 \left[ \frac{p}{C(b+t)} - A p \right] = 2.49140 + 0.16268 = 2.65408.$$

$$U = 450.90 + 100.98 = 551.88,$$

wogegen

$$U_0 = 607.82,$$

demnach

$$L = 423.6 \times 55.94 = 23696 \text{ Kilog. M.}$$

als Arbeit der adiabatischen Expansion.

Den Einfluss des dem Dampfe beigemengten Wassers zeigt nachstehendes Beispiel.

Es sei dem Dampfe ursprünglich 10% Wasser beigemischt, so dass 1 Kilogramm der Mischung aus 0.9 Kilo Dampf und 0.1 Kilo Wasser besteht.

Das Volumen eines Kilo dieser Mischung beträgt

$$v = 0.9 s_0 + 0.0001 \text{ km}^3.$$

Da ferner

$$\log s_0 = 9.56062,$$

somit

$$\log 0.9 s_0 = 0.51486 - 1,$$

das heisst

$$0.9 s_0 = 0.327236,$$

wonach

$$v_0 = 0.327336$$

und

$$\log v_0 = 0.51500 - 1.$$

Bei 5 Atmosphären Spannung findet sich

$$\log \frac{p_0}{C(b+t_0)(a+t_0)} = 0.50950,$$

somit

$$\log \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)(a+t_0)} = 0.02450,$$

woraus die Entropie der Mischung:

$$E_0 = 1.0580 + 6.0529 = 7.1109.$$

Zur Bestimmung der Schlusstemperatur führt der schon angegebene Weg und zeigt, dass die nächst grössere

Temperatur der Tabelle 100° ist. Rechnet man mit dieser die Entropie, so ergibt sich diese, da

$$\log v = 9.51500 + 0.60206 = 0.11706$$

und

$$\log \frac{\varphi v_0 p'}{C(b+t')(a+t')} = 9.94021 + 0.11706 = 0.05727,$$

$$E' = 1.14095 + 5.9216 = 7.06255.$$

In Wahrheit liegt die Schlusstemperatur zwischen 100 und 105°. Für letztere Temperatur findet sich

$$\log \frac{\varphi v_0 p''}{C(b+t'')(a+t'')} = 0.00332 + 0.11706 = 0.12038,$$

woraus

$$E'' = 1.31942 + 5.93489 = 7.25431.$$

Die Correctur der Temperatur findet sich nun

$$\Delta t = \frac{7.1109 - 7.06255}{7.25431 - 7.06255} = 1.26,$$

weshalb die Endtemperatur sehr nahe 101.26° beträgt. Mit dieser Temperatur kann man sich im Allgemeinen zufrieden geben, doch lässt sich, wie früher, auch hier die Genauigkeit noch weiter treiben. Für 101.26° findet sich die Entropie, wie folgt:

$$\log \frac{p}{C(b+t)(a+t)} = 9.94021 + 1.26 \times 1.26 = 9.95623,$$

$$\log \frac{p \varphi v_0}{C(b+t)(a+t)} = 0.07329,$$

$$E = 1.18384 + 5.92493 = 7.10877,$$

$$\Delta t'' = \frac{7.1109 - 7.10877}{7.10877 - 7.06265} \cdot 1.26 = 0.06,$$

also die wahre Endtemperatur

$$t = 101.32^\circ.$$

Die ursprüngliche Energie

$$U_0 = 152.33 + v_0 \left( \frac{p_0}{C(b+t_0)} \right) - A p_0 = 152.33 + 410.05 = 562.38.$$

Die Endenergie hingegen

$$U = 101.32 + \varphi v_0 \left( \frac{p}{C(b+t)} - A p \right) = 511.63.$$

Die Arbeit der Expansion beträgt sonach

$$L = 423.6 (562.38 - 511.63) = 423.6 \times 50.75 = 21498 \text{ Meterkilo.}$$

Mit Wasser vermengter Dampf leistet daher per Kilo weniger als reiner gesättigter Dampf. Da aber bei den Dampfmaschinen gleiche Volumina und nicht gleiche Gewichte zur Arbeitsleistung kommen, so sind deren Leistungsfähigkeiten zu betrachten. Ist die Arbeit der Expansion des gesättigten Dampfes = 1, so wird in den gewählten Beispielen jene des 10% Wasser haltenden Dampfes = 1.111. Bei den Dampfmaschinen wird daher die Leistungsfähigkeit durch den mässigen Wassergehalt vergrössert. Gleichzeitig tritt aber eine ungünstigere ökonomische Leistung ein; wie man sich leicht aus dem Wärme- oder Kohlenverbrauch überzeugt. Vernachlässigen wir der Einfachheit halber die Reibungs- und Compressionsarbeit des Gegendampfes, nehmen jedoch an, dass das zur Speisung verwendete Wasser auf 40° vorgewärmt werde. Die Erzeugung von 1 Kilo Dampf verbraucht einschliesslich der Speisung die Arbeit in Wärmeeinheiten

$$H + A p \sigma = t + W \text{ (Gleich. 11),}$$

wenn das verwendete Wasser 0° warm, für 40° warmes Wasser in runder Zahl jedoch nur

$$t + W - 40 = 152.33 + 499.85 - 40.612.$$

Die geleistete Arbeit besteht 1. aus der Arbeit des Volldruckes, 2. der Expansionsarbeit, 3. weniger den Gegendruck des ausströmenden Dampfes, welcher sich z. B. einfach in die freie Luft ergiessen soll; demnach ist

$$AL = A p_0 v_0 + U_0 - U - \frac{10333}{423.6} v_0 (1 + \varphi).$$

In dem angenommenen Beispiele ist  $p_0 = 5$  Atm.,  $\varphi = 4$ , daher  $A p_0 v_0$  nach Tabelle I:

$$A p_0 v_0 = 44.20 \quad \frac{10333}{423.6} v_0 (1 + \varphi) = 44.34$$

$$U_0 - U = 55.94$$

das heisst:  $AL = 55.80$  Wärmeeinheiten.

Die Erzeugung von 1 Kilo der Mischung mit 10% Wassergehalt sammt Speisung erfordert den Wärmehaufwand von

$$0.9 H + 0.1 q + A p \sigma = 0.9 (W + t) + 0.1 q + 0.1 A p \sigma = 586.96 + 15.38 + 0.02 = 602.36.$$

Da jedoch 40° warmes Wasser gespeist wird, so ist der Wärmeverbrauch rund

$$562 \text{ Calorien.}$$

Die wirkliche Arbeitsleistung aber sehr nahe

$$0.9 A p_0 s_0 = 39.76 \quad U_0 - U = 50.75 \quad \frac{10333}{423.6} 0.9 s_0 (1 + \varphi),$$

das ist

$$AL = 50.45 \text{ Calorien.}$$

Soll daher die Mischung dieselbe Arbeit leisten wie der reine gesättigte Dampf, so kommt nicht 1 Kilo zur Verwendung, sondern

$$\frac{55.94}{50.45} = 1.11.$$

Der Wärmeverbrauch beträgt dann  $1.11 \times 562 = 624$  Calorien, oder um 12 Calorien mehr als bei Anwendung von reinem Dampf, weshalb auch der Kohlenverbrauch um 2% grösser sein muss. Noch ungünstiger gestaltet sich das Resultat bei Berücksichtigung der schädlichen Widerstände. Immerhin ist aber ein mässiger Wassergehalt des Dampfes nicht sehr schädlich.

#### 4. Ausfluss gesättigten Dampfes.

Die Spannkraft des Dampfes in jenem Raume, aus welchem derselbe sich ergiesst, sei die Innenspannung, die Spannkraft in jenem Raume, in welchen sich der Dampf ergiesst, sei die Aussenspannung; endlich sei die Spannkraft, mit welcher der Dampf in das Verbindungsrohr der zwei Räume tritt, die Eintrittsspannung, jene, welche derselbe unmittelbar vor seinem Austritt aus dem Rohre besitzt, die Austrittsspannung.

Denkt man sich zwei unendlich nahe liegende Querschnitte des Rohres, so nimmt die Spannkraft gegen das äussere Gefäss ab, so zwar, dass in dem einen Querschnitte die spezifische Spannung  $p$ , im zweiten aber nur  $p + dp$  herrscht, wenn  $dp$  eine essentiell negative Grösse ist. Aus der Dampfmasse zwischen diesen zwei Querschnitten kann man sich ein unendlich kleines Parallelepiped herausgeschnitten denken, dessen Basis  $d^2k$  ist, und welches, wenn noch  $dx$  als Länge gedacht wird, die Masse

$$\frac{d^2k \cdot dx}{g v}$$

enthält. Auf dieselbe wirkt die Kraft  $p d^2k$  beschleunigend und  $(p + dp) d^2k$  verzögernd.

Das Element der lebendigen Kraft ist, wenn  $w$  die Geschwindigkeit des Dampfes bezeichnet:

$$\frac{d^2k dx}{g v} w dw.$$

Jenes der Arbeit aber

$$- dp d^2k dx,$$

und diese zwei Grössen sind einander gleich, weshalb

$$w dw = - g v dp.$$

Die Zunahme der Geschwindigkeit des Dampfes ergibt sich nun aus der Gleichung

$$w^2 - w_0^2 = - 2g \int_{p_0}^p v dp = 2g \int_p^{p_0} v dp.$$

Das Integral ist dasselbe wie in Gleichung I, weshalb

$$Q = t + \frac{p v}{C(b+t)} - \left( t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} \right) + \frac{w^2 - w_0^2}{2g} \cdot A.$$

Dies ist die Wärmemenge, welche dem ausströmenden Dampfe per Kilogramm zugeführt werden muss, damit seine Zustände durch die Grössen

$$w_0, t_0, v_0$$

am Anfange und

$$w, t, v$$

am Ende bestimmt seien. Selbstverständlich kann die Temperatur durch die Spannung ersetzt werden, da diese beiden Grössen sich wechselseitig bestimmen. Die Anfangsgeschwindigkeit  $w_0$  ist selten bekannt, sie kann aber durch Benützung der Bedingung der Continuität des Ausflusses leicht eliminirt werden. Es ist nämlich bekannt, dass bei permanentem Ausflusse durch jeden Querschnitt in gleichen Zeiten gleiche Gewichte fliessen müssen, dies drückt die folgende Gleichung aus:

$$\frac{k w}{v} = \frac{k_0 w_0}{v_0} \dots \dots \dots 17),$$

wenn  $k$  und  $k_0$  die betreffenden Querschnitte bezeichnen, welche in der Regel bekannt sind.

Weiter ergibt sich nun

$$w_0 = \frac{k v_0}{k_0 v} w$$

und

$$Q = t + \frac{p v}{C(b+t)} - \left[ t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} \right] + \frac{A}{2g} w^2 \left[ 1 - \left( \frac{k v_0}{k_0 v} \right)^2 \right] \dots \dots \dots 18)$$

In der Form, wie das Ausfluss-Problem in der Praxis meist vorliegt, kann  $Q$  als bekannt angesehen werden, ebenso  $v_0$  und  $p_0$  oder  $t_0$ . Unbekannt sind in der Regel  $w$ ,  $p$  und  $v$ .

Zur Bestimmung dieser drei Grössen bedürfen wir sonach noch zweier Gleichungen; eine solche liefert die Veränderung der Entropie, welche sich mit der Lage des betrachteten Querschnittes verändert, weshalb deren Differentiale nach der Entfernung  $x$  des Querschnittes vom Eintrittsquerschnitte genommen werden muss. Das Integrable wird dann

$$\int_0^x \frac{dQ}{T dx} \cdot dx = \int_{t_0}^t \frac{dt}{a+t} + A v \frac{dp}{dt} - A v_0 \left( \frac{dp}{dt} \right)_0.$$

Alle unsere Gleichungen beziehen sich auf gesättigten Dampf, es muss sonach eine Ueberhitzung ausgeschlossen

bleiben, und in diesem Falle ist der Gleichung (3) entsprechend:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{p}{AC(b+t)(a+t)},$$

weshalb die Aenderung der Entropie

$$E - E_0 = \log \frac{a+t}{a+t_0} + \frac{vp}{C(b+t)(a+t)} - \frac{v_0 p_0}{C(b+t_0)(a+t_0)}. \quad (19)$$

$$w = \sqrt{\frac{2g}{A} \left[ Q + t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - \left( t + \frac{pv}{C(b+t)} \right) \right] \left[ 1 - \left( \frac{kv_0}{k_0 v} \right)^2 \right]}. \quad (20)$$

Das per Secunde ausströmende Dampfgewicht aber

$$M = \frac{kw}{v}. \quad (21)$$

Die Hauptfrage bildet nun die Bestimmung der Austrittsspannung. Die vielerlei Hypothesen, welche in dieser Richtung gemacht wurden, sind bekannt, so z. B. macht Dr. Zeuner in seinem ausgezeichneten Werke über die mechanische Wärmetheorie die Annahme, die Austrittsspannung sei der Aussenspannung nahe gleich. Holzmänn in seiner Mechanik, dass die grösste Austrittsgeschwindigkeit der Schallgeschwindigkeit in dem betreffenden Medium gleich sei. Napier folgert aus seinen Versuchen, dass die Austrittsspannung nie unter die Hälfte der Innenspannung sinken könne.

Fliegner endlich macht die Annahme, dass bei permanenten Gasen die grösste Austrittsgeschwindigkeit  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  mal die Molecular-Geschwindigkeit sei.

So scharfsinnig auch die Annahmen vertheidigt wurden, müssen sie doch als willkürlich bezeichnet werden, da keine im organischen Zusammenhange steht mit der Gleichung (20) oder (21). Die bis nun allein gerechtfertigte und aus Gleichung (20) und (21) folgende Ansicht bleibt meiner Ueberzeugung gemäss nur die von de Saint-Venant und Wantzel zuerst aufgestellte, jedoch wieder fallen gelassene und von meinem Bruder Max Herrmann selbstständig wieder gefundene und, trotz aller Anfechtung, beharrlich vertheidigte, wonach die Aussenspannung nur so lange Einfluss nimmt auf die Ausflussmenge, als das Maximum der letzteren nicht erreicht ist. Eine Aussenspannung, kleiner als die so bestimmbare Grenzspannung, alterirt die ausfliessende Menge entweder gar nicht, oder doch in so geringem Grade, dass wir davon absehen können. Wenn nun Rankine dafür spricht, die Gleichung für die Geschwindigkeit der adiabatisch ausfliessenden Luft die Weisbach'sche Gleichung zu nennen, weil Saint-Venant und Wantzel, obwohl die ersten Entdecker, deren Werth nicht würdigten und sie verliessen, so glaube ich keine Unbescheidenheit zu begehen, wenn ich den ergänzenden Theil derselben als die Ansicht meines Bruders reclamire, um so mehr, als derselbe der Erste war, der sie auch auf die Dämpfe anzuwenden wagte.

Ich könnte nun, dem Vorgang Dr. Zeuner's folgend, diejenige Austrittsspannung berechnen, bei welcher schon das Maximum des Dampfgewichtes austritt. Hierbei

Wie gesagt, ist die Veränderung der Entropie als bekannt anzusehen, somit die Gleichung (19) anwendbar zur Bestimmung des specifischen Volumens  $v$ .

Gesetzt, es wäre die Austrittsspannung  $p$  bekannt, so ist auch die Austrittsgeschwindigkeit bestimmbar, weil

ergibt sich aber eine Schwierigkeit, deren Beseitigung leicht zur Verdeckung der allfälligen Mängel meiner Formeln und meines Bruders Ansicht führen könnte; ich meine die Wahl der dem Dampfgewichte zugeführten Wärmemenge, so wie der Reibungshindernisse. Hierüber gibt es keine Versuche, wir wissen nicht, wie viel Wärme durch Strahlung und Leitung dem Dampfe entzogen wird, ebenso wie uns der Reibungs-Coëfficient von Dampf auf Eisen unbekannt ist, weshalb die Wahl von  $Q$  ganz willkürlich ist und immer so getroffen werden kann, dass jede Theorie auf die diesbezüglichen Versuche passt. Man kann aber diese zweifelhaften Grössen durch Idealisierung des Ausflusses leicht eliminiren und sich dadurch vor Täuschungen bewahren. Setzen wir nämlich voraus, dass die Verbindungsröhre unendlich kurz sei, d. h. dass der Dampf aus einer Oeffnung mit scharfer Wand trete, dann muss der Ausfluss ein adiabatischer sein. Ferner nehmen wir an, dass der Austrittsquerschnitt sehr klein sei gegen den Querschnitt des inneren Gefässes, dann kann  $\frac{kv_0}{k_0 v}$  neben der Einheit vernachlässigt werden, und die Gleichungen (19), (20) und (21) übergehen in

$$\frac{vp}{C(b+t)(a+t)} + \log(a+t) = E_0. \quad (19')$$

$$w = \sqrt{\frac{2g}{A} \left[ t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)} - \left( t + \frac{pv}{C(b+t)} \right) \right]}. \quad (20')$$

$$M = \frac{kw}{v}. \quad (21')$$

Nun wird die Eintrittsspannung selbstverständlich der Austrittsspannung gleich. Ist überdies die Aussenspannung so gross, dass das Maximum nicht ausströmen kann, so sind alle drei erwähnten Spannungen gleich. Ist aber die Aussenspannung so klein, dass das Maximum des Gewichtes ausströmt, dann nimmt die Eintritts- und Austrittsspannung einen von der Aussenspannung unabhängigen Grenzwert an, welcher aus den Gleichungen (19') bis (21') zu ermitteln ist.

Zu diesem Ende nehme ich von Gleichung (21') den natürlichen Logarithmus

$$\log M = \log k + \log w - \log v$$

und differenzire denselben

$$\frac{dM}{M dt} = \frac{dw}{w dt} - \frac{dv}{v dt}.$$

Für das Maximum muss  $\frac{dM}{dt} = 0$  sein, somit wäre auch

$$\frac{dw}{w dt} - \frac{dv}{v dt} = 0. \quad (22)$$

Schreibe ich noch

$$B_0 = t_0 + \frac{p_0 v_0}{C(b+t_0)},$$

dann ist

$$w = \sqrt{\frac{2g}{A} \left[ B_0 - t - \frac{pv}{C(b+t)} \right]},$$

wogegen aus Gleichung (19') folgt:

$$\frac{pv}{C(b+t)} = [E_0 - \log(a+t)](a+t),$$

weshalb

$$w = \sqrt{\frac{2g}{A} \{ B_0 - t - (a+t)[E_0 - \log(a+t)] \}}$$

und

$$\log w = \frac{1}{2} \log \frac{2g}{A} + \frac{1}{2} \log \{ B_0 - t - (a+t)[E_0 - \log(a+t)] \},$$

also

$$\frac{dw}{w dt} = -\frac{1}{2} \frac{E_0 - \log(a+t)}{B_0 - t - (a+t)[E_0 - \log(a+t)]}.$$

Aus Gleichung (19') folgt nun

$$\log v = \log C + \log(a+t) + \log(b+t) - \log p + \log[E_0 - \log(a+t)],$$

$$\frac{dv}{v dt} = \frac{1}{a+t} + \frac{1}{b+t} - \frac{dp}{p dt} - \frac{1}{(a+t)[E_0 - \log(a+t)]}.$$

Mit Rücksicht auf Gleichung (3) folgt endlich:

$$\frac{dv}{v dt} = -\left\{ \frac{3366.48 - 2t}{(a+t)(b+t)} + \frac{1}{(a+t)[E_0 - \log(a+t)]} \right\}.$$

Durch Substitution dieser Ausdrücke in die Gleichung (22) erhalten wir eine Gleichung, welche nur mehr die Unbekannte  $t$  enthält, somit eine Bestimmungsgleichung von  $t$  und mittelbar eine solche zur Ausmittlung der Eintrittsspannung vorstellt, und zwar kommt:

$$\frac{1}{2} \frac{E_0 - \log(a+t)}{B_0 - t + (a+t)[E_0 - \log(a+t)]} - \left\{ \frac{3366.48 - 2t}{(a+t)(b+t)} + \frac{1}{(a+t)[E_0 - \log(a+t)]} \right\} = 0.$$

Es ist bemerkenswerth, dass der erste, d. i. positive Theil dieses Ausdruckes mit der Temperatur zunimmt, während der zweite, d. i. negative Theil, abnimmt; in Folge dessen kann man immer zwei solche Temperaturen bestimmen, zwischen welchen der wahre Werth der Eintrittstemperatur liegt.

Durch Auflösung von (22') für verschiedene Werthe der Innenspannung ergab sich folgende Tabelle:

Ursprüngliche		Eintritts-		Verhältniss $\frac{p}{p_0}$ $\eta$
Spannkraft	Temperatur	Spannkraft	Temperatur	
$p_0$ Atm.	$t_0$	$p$ Atm.	$t$	
0.2088	61.39	0.1210	50	0.5795
1.7318	116.15	1.0000	100	0.5774
2.9000	120.64	1.1552	104.10	0.5776
$2\frac{1}{3}$	125.69	1.3463	108.56	0.5770
3	133.98	1.7307	116.13	0.5769
$3\frac{2}{3}$	140.97	2.1147	122.43	0.5767
4	144.07	2.3068	125.22	0.5767
15.356	200.00	8.8574	175.20	0.5768

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass das Verhältniss der Eintrittsspannung mit steigender Temperatur abnimmt, die Aenderung ist aber so gering, dass sie durch die unvermeidlichen Fehler, welche durch das ziemlich grosse Temperatur-Intervall von 5° der Tabelle bedingt, übertroffen werden kann, wenn die betreffenden 2 Innenspannungen nicht weiter von einander absteigen. Im Allgemeinen kann das Verhältniss

$$\eta = \frac{p}{p_0} = 0.5768$$

gesetzt werden, der Fehler ist dann nicht viel grösser als jener, welcher durch das 5°-ige Intervall der Temperatur der Tabelle bedingt wird. Warum diese Zahl mit der von Fliegner für Gase experimentell festgestellten Zahl  $\frac{p}{p_0} = 0.5767$  (Civil-Ingenieur 1874, erstes Heft) so auffallend übereinstimmt, ist mir unbekannt, doch scheint mir dieser Umstand bemerkenswerth. Untersuchen wir nun die Erscheinungen, welche voraussichtlich dann eintreten, wenn statt einer scharfkantigen Oeffnung ein Rohr als Ausflusscanal benützt wird. Wenn die Ansicht, welche der Entwicklung zu Grunde liegt, wahr ist, so sollte die Austrittsspannung der Aussenspannung gleich sein, sobald letztere grösser ist als  $0.5768p_0$ , bei abnehmender Aussenspannung aber wird der Querschnitt, in welchem die Grenzspannung  $0.5768p_0$  herrscht, immer mehr gegen das innere Gefäss rücken, und wenn die Aussenspannung vollkommen 0 wird, müsste  $0.5768p_0$  zur Eintrittsspannung werden, somit in einem Rohrquerschnitte herrschen, welcher unmittelbar an das innere Gefäss anschliesst. Ausserdem muss die Ausflussmenge unbedingt kleiner sein, als sie sich nach Gleichung (21') ergibt.

Die Napier'schen Versuche bestätigen dies in der That. Da jedoch die Aussenspannung bei diesen Versuchen constant war, so muss die Grenzspannung  $0.5768$  dem inneren Gefässe um so näher liegen, je grösser die Innenspannung ist. Die Versuche mit einem Rohre von  $0.0143^m$  Durchmesser und  $0.0826^m$  Länge liefern folgende Tabelle:

Innen-Spannung Atm.	Spannkraft in den Entfernungen vom Kessel			Grenzspannung $0.5768p_0$	Entfernung derselben vom Kessel
	12.7mm	25.4mm	50.8mm		
2	1.292	1.225	1.150	1.1552	50mm
$2\frac{1}{3}$	1.492	1.367	1.322	1.3463	37mm
3	1.883	1.717	1.683	1.7307	24mm
$3\frac{2}{3}$	2.333	2.117	2.059	2.1147	26mm
$4\frac{1}{3}$	—	2.417	2.367	2.4990	13mm

Zur Bestimmung der Ausflussmenge ist leider nur ein einziger der Napier'schen Versuche brauchbar, weil bei den übrigen der Querschnitt des Rohres nicht ermittelt werden kann, in welchem die Grenzspannung  $0.5768p_0$  herrschte. Der betreffende Versuch mit einer Innenspannung von 4 Atmosphären, einem Rohre von  $0.0143^m$  Durchmesser und  $0.0953^m$  Länge, ist in der Tabelle II von Fliegner's Aufsatz über die Napier'schen Versuche (Civil-Ingenieur,

viertes Heft 1871) enthalten. Fliegner führt drei Versuche an, welche sich aber auf nur einen reduciren, weil bei allen die Aussenspannung kleiner war als die Grenzspannung. Nachstehende kleine Tabelle enthält die Ergebnisse der Versuche und der Rechnung.

Innen- spannung	Aussen- spannung	Beobachtete Ausflussmeng.	Berechnete Ausflussmeng.	Verhältniss
Atm.	Atm.	M' Kilo	M Kilo	M':M
4	2·0667	0·096277	0·097132	0·9912
4	1·7333	0·096570	"	0·9942
4	0·7333	0·096243	"	0·9909

Eine bessere Uebereinstimmung kann nicht erwartet werden, wenn man die Umstände des Versuches in Betracht zieht. Im Uebrigen ist eine Abweichung von nur  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{10}$  Percent jedenfalls eine solche, welche für die Richtigkeit der Theorie spricht. Die schon citirte Tabelle enthält noch Versuche mit einem nur 0·0127<sup>m</sup> langen

Rohre, welche, da das Rohr sich unseren Annahmen noch mehr nähert, sogar besser stimmen sollten als die angeführten Resultate. Leider schliesst das Rohr mit einer Abrundung an den Kessel an, die Eintrittsspannung der Theorie herrscht nun schon so nahe am Kessel, dass der Querschnitt derselben in den abgerundeten Theil der Röhre fällt, somit ein thatsächlich grösserer Querschnitt maassgebend ist für die Ausflussmenge, als jener des cylindrischen Theiles der Röhre. Die natürliche Folge dessen ist ein grösseres beobachtetes Ausflussquantum als das mit dem Rohrquerschnitte berechnete.

Dass die Annahme und Theorie Napier's eine willkürliche ist, ersieht man am besten daraus, dass für obiges Beispiel die Geschwindigkeit nach Napier nur 301·53<sup>m</sup> betragen soll, während sie nach unseren Formeln 439·65<sup>m</sup> Meter ist. Trotzdem ergibt sich nach Napier's Formel nahezu dieselbe Ausflussmenge, was jedoch daher rührt, dass Napier den Dampf in der ganzen Röhre mit einer Dichte rechnet, welche der Innenspannung entspricht.

I. Tabelle der Zahlen.

$t$	$p'$	$s$	$\frac{ps}{C(b+t)}$	$Aps$		$U$		$\log(a+t)$		$E$		$Ap$
				$-\Delta 1^\circ$		$+\Delta 1^\circ$		$+\Delta 1^\circ$		$+\Delta 1^\circ$	$-\Delta 1^\circ$	
45	970	15.262	575.77	69.2	34.937	107	585.85	19.8	5.7621	31.2	7.5727	2.289
50	1250	12.016	572.31	70.2	35.474	105	586.84	19.2	5.7777	30.7	7.5496	2.952
55	1598	9.542	568.80	71.0	36.001	103	587.80	18.8	5.7930	30.3	7.5272	3.773
60	2025	7.639	565.25		36.514		588.74		5.8081		7.5056	4.780
				71.2		101		18.6		29.8	41.6	
65	2544	6.163	561.69	71.6	37.017	99	589.67	18.6	5.8230	29.4	7.4848	6.006
70	3173	5.009	558.11	71.8	37.510	97	590.60	18.6	5.8377	29.0	7.4649	7.489
75	3927	4.099	554.52	72.2	37.993	95	591.53	18.2	5.8522	28.5	7.4457	9.269
80	4827	3.377	550.91		38.466		592.44		5.8665		7.4272	11.392
				72.0		93		18.8		28.1	35.8	
85	5892	2.799	547.31	72.2	38.930	91	593.38	18.8	5.8805	27.7	7.4093	13.909
90	7148	2.334	543.70	72.0	39.384	89	594.32	19.0	5.8944	27.4	7.3922	16.873
95	8619	1.958	540.10	72.0	39.828	87	595.27	19.4	5.9081	27.0	7.3758	20.347
100	10333	1.6507	536.50		40.264		596.24		5.9216		7.3600	24.394
				71.6		85		19.8		26.6	30.4	29.084
105	12320	1.399	532.92	71.6	40.692	84	597.23	20.2	5.9349	26.3	7.3448	34.496
110	14613	1.192	529.35	71.2	41.112	82	598.24	20.6	5.9480	26.0	7.3301	40.710
115	17245	1.020	525.79	70.8	41.522	80	599.27	21.2	5.9610	25.6	7.3160	47.812
120	20253	0.8769	522.25		41.924		600.33		5.9738		7.3026	
				70.4		79		21.6		25.3	25.6	55.896
125	23678	0.7571	518.73	70.2	42.319	77	601.41	22.0	5.9865	25.0	7.2898	65.061
130	27560	0.6564	515.22	69.8	42.706	76	602.51	22.6	5.9989	24.6	7.2774	75.407
135	31943	0.5714	511.73	69.2	43.086	75	603.64	23.4	6.0113	24.4	7.2655	87.048
140	36874	0.4993	508.27		43.459		604.81		6.0234		7.2541	
				68.8		73		23.8		24.1	21.8	100.10
145	42401	0.4378	504.83	68.2	43.825	72	606.00	24.6	6.0355	23.8	7.2432	114.67
150	48576	0.3853	501.42	67.6	44.184	70	607.23	25.4	6.0474	23.5	7.2328	130.90
155	55451	0.3402	498.04	67.2	44.536	69	608.50	26.0	6.0591	23.3	7.2228	148.92
160	63083	0.3014	494.68		44.881		609.80		6.0707		7.2132	
				66.6		68		26.6		23.0	18.4	168.86
165	71529	0.2678	491.35	66.0	45.221	67	611.13	27.2	6.0822	22.7	7.2040	190.86
170	80848	0.2387	488.05	65.6	45.555	66	612.49	28.0	6.0936	22.4	7.1952	215.06
175	91101	0.2134	484.77	64.8	45.883	64	613.89	28.6	6.1048	22.2	7.1868	241.62
180	102353	0.1912	481.53		46.205		615.32		6.1159		7.1788	
				64.4		63		29.4		22.0	15.2	270.69
185	114667	0.1719	478.31	63.8	46.521	62	616.79	30.0	6.1269	21.7	7.1712	302.44
190	128115	0.1548	475.12	63.2	46.832	61	618.29	30.6	6.1377	21.5	7.1639	337.02
195	142761	0.1399	471.96	62.6	47.137	60	619.82	31.2	6.1485	21.3	7.1569	374.64
200	158680	0.1266	468.82		47.436		621.38		6.1591		7.1502	

## II. Tabelle der Logarithmen.

$t$	$p$	$s$	$\frac{p}{C(b+t)}$	$Ap$	$\frac{p}{C(b+t)} - Ap$	$\frac{p}{C(b+t)(a+t)}$						
	$+\Delta 1^\circ$	$-\Delta 1^\circ$	$+\Delta 1^\circ$	$+\Delta 1^\circ$	$+\Delta 1^\circ$	$+\Delta 1^\circ$						
45	2.98663	2209	1.18361	2077	1.57664	2024	0.35967	2209	1.54946	2012	9.07421	1889
50	3.09710	2130	1.07977	2002	1.67786	1949	0.47014	2130	1.65096	1937	9.16866	1816
55	3.20361	2055	0.97965	1932	1.77531	1898	0.57665	2055	1.74691	1866	9.25944	1746
60	3.30637	1984	0.88305	1865	1.86919	1810	0.67941	1984	1.84019	1798	9.34675	1680
65	3.40557	1916	0.78980	1801	1.95969	1746	0.77861	1916	1.93008	1734	9.43077	1619
70	3.50130	1852	0.69973	1741	2.04699	1685	0.87443	1852	2.01677	1673	9.51170	1559
75	3.59400	1791	0.61268	1684	2.13124	1627	0.96704	1791	2.10042	1615	9.58966	1503
80	3.68357	1733	0.52848	1630	2.21260	1573	1.05661	1733	2.18117	1560	9.66483	1450
85	3.77024	1678	0.44700	1577	2.29123	1520	1.14329	1678	2.25918	1508	9.73735	1400
90	3.85416	1624	0.36813	1528	2.36724	1463	1.22720	1624	2.33459	1458	9.80753	1352
95	3.93544	1576	0.29171	1481	2.44076	1403	1.30849	1576	2.40749	1411	9.87491	1306
100	4.01423	1528	0.21766	1436	2.51192	1348	1.38727	1528	2.47804	1365	9.94021	1262
105	4.09062	1482	0.14587	1394	2.58081	1293	1.46366	1482	2.54631	1323	0.00332	1221
110	4.16473	1439	0.07619	1352	2.64755	1244	1.53777	1439	2.61244	1273	0.06435	1181
115	4.23656	1397	0.00858	1313	2.71224	1194	1.60970	1397	2.67611	1250	0.12341	1143
120	4.30649	1357	9.94294	1276	2.77494	1147	1.67953	1357	2.73860	1204	0.18055	1107
125	4.37434	1319	9.87916	1240	2.83578	1101	1.74738	1319	2.79882	1168	0.23590	1072
130	4.44028	1282	9.81717	1205	2.89482	1056	1.81332	1282	2.85724	1133	0.28951	1039
135	4.50437	1247	9.75693	1172	2.95211	1011	1.87741	1247	2.91391	1101	0.34145	1008
140	4.56672	1213	9.69832	1140	3.00778	967	1.93976	1213	2.96897	1069	0.39183	977
145	4.62738	1181	9.64130	1110	3.06185	924	2.00042	1181	3.02241	1039	0.44067	948
150	4.68642	1150	9.58580	1081	3.11440	881	2.05946	1150	3.07434	1010	0.48806	920
155	4.74391	1120	9.53176	1053	3.16550	839	2.11695	1120	3.12482	982	0.53406	893
160	4.79991	1091	9.47912	1026	3.21520	797	2.17295	1091	3.17390	955	0.57871	868
165	4.85448	1064	9.42782	1000	3.26356	756	2.22752	1064	3.22163	929	0.62209	843
170	4.90767	1037	9.37783	975	3.31063	715	2.28071	1037	3.26807	904	0.66423	819
175	4.95952	1012	9.32909	951	3.35644	675	2.33256	1012	3.31326	880	0.70516	794
180	5.01010	987	9.28155	928	3.40107	635	2.38314	987	3.35726	857	0.74497	774
185	5.05944	963	9.23516	905	3.44453	595	2.43248	963	3.40009	837	0.78366	753
190	5.10760	940	9.18990	884	3.48690	555	2.48064	940	3.44183	813	0.82132	708
195	5.15461	918	9.14571	865	3.52819	515	2.52765	918	3.48219	793	0.85794	713
200	5.20052		9.10255		3.56845		2.57355		3.52212		0.89359	

Aus dem Vorstehenden ersieht man, dass die Napier'schen Versuche lediglich zur Constaturung der Eintrittsspannung genügendes Material bieten. Eine genaue Controle für die Ausflussmenge können wir nur von solchen Versuchen erwarten, die mit einer scharfkantigen Öffnung durchgeführt sind, und zwar muss die Zuschärfung von Aussen nach Innen gerichtet sein. Fasse ich indess die Ergebnisse von Fliegner's Versuchen über den Ausfluss von atmosphärischer Luft sowohl, als die Uebereinstimmung meiner Formeln mit allen auf den gesättigten Dampf Bezug habenden Experimenten zusammen, so zweifle ich keinen Augenblick an der vollständigen Bestätigung der Ansicht meines Bruders sowohl, als auch an jener meiner Theorie des Ausflusses von gesättigtem Dampfe.

Es erübrigt mir nur mehr, zu zeigen, wie die Formeln (19') bis (22) zur Berechnung des aus einer scharfkantigen Öffnung per Secunde strömenden Dampfgewichtes benützt werden sollen. Es sind zwei Fälle zu unterschei-

den. Erstens die Aussenspannung ist grösser als  $0.5768 p_0$ , zweitens die Aussenspannung ist kleiner als  $0.5768 p_0$ .

Es sei z. B. die Innenspannung  $p_0 = 4$  Atmosphären, die Aussenspannung  $p = 3$  Atmosphären.

Weil  $p > 0.5768 \times 4$ , so hat man in Gleichung (19') einfach  $p = 3$  zu setzen, woraus sich dann das spezifische Volumen  $v$  ergibt. Wir finden nun

$\log p_0 = 0.60206 + 4.01423 = 4.61629$ ,  
weshalb die Temperatur nach Tabelle II

$$t_0 = 140 + \frac{4.61629 - 4.56672}{0.01213} = 144.08,$$

oder besser nach Gleichung (5):

$$t_0 = 144.07^\circ,$$

daher die Entropie nach Tabelle I:

$$E_0 = 7.2432 + 20 = 7.2452.$$

Für  $p = 3$  Atmosphären findet sich die Temperatur  $t = 133.97$ ,  
weshalb



$$\log(a+t) = \frac{5.99896}{+ 977} = 6.00873,$$

also

$$E_0 - \log(a+t) = 1.2365.$$

Ferner findet sich für 133.98

$$\log \frac{p}{C(b+t)(a+t)} = \frac{0.28951}{+ 4138} = 0.33089,$$

somit

$$\log v = \log 1.2365 - 0.33089 = 0.76131 - 1.$$

Ferner findet man:

$$t_0 + \frac{p_0 s_0}{C(b+t_0)} = 649.54 \quad t + \frac{pv}{C(b+t)} = 637.13,$$

daher

$$w = 321^m$$

und

$$M = 556.3^{kg}$$

Derselbe Gang der Rechnung ist im zweiten Falle  $p < 0.5768 p_0$  einzuhalten, nur hat man in (19') und (20') nicht die Aussenspannung, sondern

$$p = 0.5768 p_0$$

und die dazu gehörige Temperatur zu substituieren.

## Ueber aufgefundene Rohstoffe zur Cement-Erzeugung in Mähren und deren Erprobung.

Von **Ferdinand Holzer.**

In dem technischen Fachblatte „Die Bauhalle“, Jahrgang 1873, Nr. 21, wurde die Cement-Erzeugung in Mähren einer näheren Beurtheilung unterzogen, aus der hervorgeht, dass diesem so wichtigen Zweige der Bau-Industrie, ungeachtet der vielfältig vorhandenen Rohstoffe, noch viel zu wenig Aufmerksamkeit und Unterstützung zu Theil wird, daher es kommt, dass grosse Geldsummen für Ankauf und weite Verführung aus entfernten Fabriken dem eigenen Lande entzogen werden.

In diesem Artikel wurde weiters darauf hingewiesen, dass ausgebreitete und mächtige Mergellager sich nächst Wolframitz befinden, die sich zur Herstellung von Cement vollkommen eignen und mit Zusatz des nöthigen Kalkes, der in entsprechender Qualität und Quantität dort ebenfalls vorhanden ist, ein dem Portland-Cemente gleichkommendes Fabricat liefern würden.

Diese Hindeutung dürfte von fachmännischer Seite aufgegriffen worden sein, da im Herbst 1874 die genaue Untersuchung der Mergel- und Kalklager an Ort und Stelle vorgenommen, durch Brennversuche eine Quantität Cement erzeugt und in Wien mit Zuziehung vieler Sachverständiger durch eine Probe die Cohäsion und Adhäsion sowohl des Mährischen, als zur Vergleichung auch des Perlmooser Cementes geprüft worden ist, worüber die authentischen Resultatsberichte im Nachstehenden angeführt werden.

### Bezugsorte der Rohmaterialien.

#### a) Die Mergellager.

Diese befinden sich bei Marschowitz in einer Ausdehnung von 1036<sup>a</sup>, circa 18 österr. Joche, unter einer nur

16 bis 32<sup>m</sup> starken Humusdecke und haben eine Mächtigkeit von 1.6 bis 2.5<sup>m</sup>.

Diese Mergellager wurden von dem Professor der chemischen Technologie, Herrn Carl Zulkowsky, der chemischen Analyse unterzogen, und es ergab sich, je nachdem der Mergel einer Tiefe von 0.95<sup>m</sup> oder 1.9<sup>m</sup> entnommen wurde, auf 100 Gewichtstheile:

	in 0.95 <sup>m</sup> Tiefe	in 1.9 <sup>m</sup> Tiefe
Wasser . . . . .	2.68	1.87
Kieselsäure . . . . .	54.17	59.52
Thonerde . . . . .	10.68	11.39
Eisenoxyd . . . . .	3.63	4.57
Kohlensäure . . . . .	9.85	7.19
Kalk . . . . .	11.93	8.53
Magnesia . . . . .	2.47	2.40
Kali . . . . .	2.25	2.23
Natron . . . . .	1.36	1.89
Organische Substanz und Verlust bei der Analyse . .	0.98	0.41

Nach der chemischen Analyse des Herrn Doctors Anton Effenberger enthält der Mergel in 100 Theilen:

Kieselsäure . . . . .	39.13
Eisenoxyd . . . . .	1.34
Thonerde . . . . .	10.70
Kalk . . . . .	22.06
Magnesia . . . . .	2.61
Kohlensäure . . . . .	14.62
Kali . . . . .	1.48
Natron . . . . .	2.78
Wasser und organische Substanzen, Spuren von Mangan und Phosphorsäure .	5.28

Hievon sind in verdünnter Salzsäure löslich:

Eisenoxyd . . . . .	0.84
Thonerde . . . . .	3.29
Kalk . . . . .	20.13
Magnesia . . . . .	2.61
Kohlensäure . . . . .	14.62
Kieselsäure . . . . .	0.71
Natron . . . . .	1.10
Kali . . . . .	0.70
Wasser und organische Substanzen . .	5.28

In verdünnter Salzsäure unlöslich:

Eisenoxyd . . . . .	0.50
Thonerde . . . . .	7.41
Kalk . . . . .	1.93
Natron . . . . .	1.68
Kali . . . . .	0.78
Kieselsäure . . . . .	38.42

Diesen Analysen zu Folge ist die Qualität des Mergels zum grössten Theile eine so gediegene, dass derselbe ohne Versetzung oder Beimengung anderer Stoffe durch einen einfachen Brennprocess auch einen vorzüglichen hydraulischen Kalk liefern würde.

### b) Das Kalkgebirge.

Dieses liegt bei Knönitz 11·5<sup>km</sup> vom Mergellager entfernt. Nach dem Einblicke, welchen die bedeutenden Erdisse und Schluchten gestatten, ist anzunehmen, dass die Mächtigkeit der reinen Kalksteinschichte, bei grossem Umfange, wenigstens 22<sup>m</sup> beträgt, was ein fast unerschöpfliches Quantum zur Erzeugung von Cement ergibt.

### Cement - Probe - Erzeugung.

Aus den von den obigen Material-Bezugsorten entnommenen Rohstoffen und zwar zwei plombirten Säcken mit Mergel geringerer Qualität und einer versiegelten Kiste mit Kalksteinen, wie sie oberflächlich zu erlangen waren, wurde in Brünn mittelst provisorischen Brennofens und Mahlvorrichtung eine Tonne Cement erzeugt und diese wohlverpackt und signirt nach Wien an die Prüfungs-Interessenten abgesendet.

### Belastungsprobe des Cementes.

Zur Erprobung der Cohäsions- und Adhäsions-Festigkeit dieses Cementes wurden zwei Würfel festen Kaisersteines mit einer Berührungsfläche von 0·312<sup>m</sup> durch eine kaum eine Linie starke Cementschichte mit einander verbunden; nach Erhärtung dieser Schichte die verbundenen Quader mittelst Krahnes gehoben und darauf der untere Quader so lange mit Gewichten belastet, bis derselbe von dem oberen Quader abgerissen wurde. Die ganz gleiche Procedur ist zur Vergleichung der Qualitätsmässigkeit mit frischem Perlmooser Cemente vorgenommen worden.

Aus dieser, in Gegenwart zahlreicher Fachmänner und mit aller Umsicht vorgenommenen Probe ergaben sich die nachangeführten

### Resultate.

Die mit Perlmooser Cement zusammengefügtten Quader wurden nach einer zweimonatlichen Erhärtungs-Periode durch eine Belastung von 10·7 Tonnen auseinandergerissen, was einer Tragfähigkeit von 3·4<sup>kg</sup> per <sup>cm</sup> entspricht; während die mit mährischem Probe-Cemente zusammengefügtten Quader nach einer bloss einmonatlichen Erhärtungszeit bei einer Maximal-Belastung von 9·64 Tonnen gerissen wurden, was per <sup>cm</sup> einer Tragfähigkeit von 3·1<sup>kg</sup> gleichkommt.

Dieses Resultat ist für den mährischen Cement gewiss überraschend und höchst günstig, wenn erwogen wird:

Dass aus dem Mergellager absichtlich ein Mergel geringerer Qualität, d. i. mit weniger Kieselgehalt entnommen wurde, um bei der Probe die Eigenschaften eines mittleren Cementes zweiter Qualität im Auge zu behalten;

dass das Product nur im Kleinen auf die primitivste Weise zu Stande gebracht werden konnte, daher demselben die grossen Vortheile des durch Maschinenkraft, intensive Brennvorrichtungen, vorzügliche Gebläse etc., sowie durch langjährige Erfahrungen geförderten Fabriksbetriebes gänzlich mangeln;

endlich und hauptsächlich, dass die Probelastung beim Perlmooser Cemente nach zweimonatlicher, beim mährischen Probe-Cemente nach bloss einmonatlicher Erhärtung, folglich bei letzterem bei einer um vier Wochen kürzeren Erhärtungsfrist vorgenommen wurde, was nicht unterschätzt werden darf.

Würde nun der mährische Cement aus Mergel erster Qualität und der Kalk nicht oberflächlich von theilweise verwitterten, sondern aus tiefern Lagern genommen, das Product fabriksmässig erzeugt, und auf Grund mehrjähriger Erfahrungen dargestellt werden, so unterliegt es keinem Zweifel, dass ein Product geliefert würde, welches berufen wäre, eine ähnliche Stelle in der Bautechnik einzunehmen, wie der Cement von Perlmoos und von Portland.

Zweck der nachträglichen Veröffentlichung dieser Untersuchung ist eben der, um vom technisch-wissenschaftlichen und national-öconomischen Standpunkte darzuthun, dass auch das Land Mähren in diesen Mergel- und Kalklagern ein reichhaltiges Materiale zur Erreichung dieses Zweckes besitzt.

### Ueber Erhaltung von Locomotiv - Tyres.

Von

**F. A. von Schulz-Straznicki,**

Ingenieur der Kaiserin Elisabeth-Bahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 16.)

Bei Bahnen von günstigen Richtungsverhältnissen kommt es vor, dass Locomotive mehr als 80.000<sup>km</sup> zurücklegen, ohne dass deren Tyres abgedreht werden müssen, während es nicht selten ist, dass bei Curven-Bahnen ein Abdrehen der Räder von Locomotiven mit steifen Rahmen schon nach zurückgelegten 6000<sup>km</sup> erforderlich ist.

Im ersteren Falle erfolgt die Abnützung der Tyres grösstentheils durch den senkrechten Druck.

Im letzteren Falle bewirkt die Seitenreibung der Spurkränze der Räder an den Schienen die bedeutende Abnützung der Tyres, besonders der des ersten Räderpaares, deren Spurkränze die Lenker der Locomotive sind.

Es wurde daher behufs Instandhaltung derselben versucht, die Reibung der Spurkränze an den Schienen zu vermindern, und man verwendete hiezu Mittel, die der Wesenheit nach auf dreierlei Art den Zweck zu erreichen suchten, und zwar durch:

1. die geeignete Form der Spurkränze und die Form und Lage der Schienen, wobei die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges und die Spurerweiterung wesentlichen Einfluss hat;

2. die Bauart der Locomotive, wobei die Wahl des Achsenstandes und die Vertheilung des Gewichtes auf die einzelnen Räder die wichtigsten Erfordernisse sind, welche aber nicht durch Complicationen dem Betriebe vermehrte Bedienung und Reparatur verursachen dürfen;

3. die Wahl des Materiales und der Fabrications-Methode der Tyres und Schienen.

Trotz Zuhilfenahme dieser Mittel wollte es in keiner Weise gelingen, diese Tyres-Abnützungen in ein günstigeres Verhältniss zu bringen.

Bahnen, bei welchen sich starke Curven vorfinden, suchten deshalb auch nach neuen Mitteln, und fanden selbe im Härten, sowie auch im Oelen oder Nassen der Spurkränze der Vorderräder.

Wenn das Härten der Spurkränze auch keine Schwierigkeiten und Unzukömmlichkeiten mit sich führen würde, so ist es wahrscheinlich, dass dieses Verfahren eine grössere Schienenabnutzung herbeiführen dürfte.

Durch das Oelen oder Nassen wurde die Adhäsion theilweise verringert.

Diese Methoden fanden daher keine weitere Verbreitung, und man forschte nach Mitteln, welche folgenden Bedingungen entsprechen sollten:

1. das Mittel sollte einfach zu handhaben und billig sein;
2. das Mittel sollte nur dann wirken, wenn es nothwendig ist, d. i. bei trockenen Schienen während der Bewegung der Locomotive, also nur zeitweise und nicht continuirlich, und

3. sollte das Mittel die Adhäsion der Räder nicht beeinträchtigen.

Um allen diesen Bedingungen gerecht zu werden, machte man bei mehreren Bahnen verschiedene Versuche, ohne jedoch befriedigende Resultate zu erzielen.

Die Nothwendigkeit, eine längere Benützungsdauer der Tyres der auf der Strecke Budweis-St. Valentin der Kaiserin Elisabeth-Bahn verwendeten Locomotive zu erreichen, führte endlich zu einer einfachen Lösung dieser Aufgabe.

Auf genannter Strecke kommen sehr viele Curven mit 300<sup>m</sup> Radius und Steigungen von 1:80 bis 1:65 vor, und wird diese Bahn mit dreifach gekuppelten Maschinen, deren Achsenstand 3·16<sup>m</sup> und der Druck auf ein Rad circa 6000<sup>kg</sup> beträgt, befahren, welche Umstände höchst ungünstig auf die Locomotiv-Tyres einwirkten.

Man versuchte die Schmierung, beziehungsweise Glättung der Hohlkehle der Spurkränze, und verwendete hiezu vegetabilische, mineralische und metallinische Materialien theils für sich allein, theils combinirt\*).

Die Versuche ergaben, dass starres Materiale, und unter diesem Hammeltalg, das Beste zu diesem Zwecke sei; nur benöthigte man noch für die wärmere Jahreszeit eine Substanz, welche, für sich allein oder dem Hammeltalg zugesetzt, auch in der hohen Sommer-Temperatur dem Zwecke entsprechen würde.

Der Hammeltalg, Schöpsern - Kernunschlitt genannt, wurde anfänglich in Papierhüllen gegossen und die so gebildeten Patronen in einem Winkel von etwa 45° mittelst einer den am Blatt Nr. 16, Fig. 1 und 2. dargestellten Apparaten ähnlichen Vorrichtung der Hohlkehle des Spurkränzes zugeführt.

Bei trockener Witterung und niederer Temperatur genügte diese Papierumhüllung; da sich aber selbe bei nassem Wetter unzureichend zeigte, wurde Weissblech als Patronenhülse erprobt und endlich dünnstes Zinkblech zu diesem Zwecke am geeignetsten gefunden.

Ein auf der Fettpatrone lastendes Schwerstück bewirkte die gleichzeitige Abnutzung des Fettstoffes mit der Blechhülse.

Für die Sommer-Temperatur glaubte man mit einem Zusatze von Erdwachs, um das Unschlitt auf eine billige Weise schwerflüssiger, d. i. widerstandsfähiger zu machen, ausreichen zu können.

Hiebei machte man die unangenehme Erfahrung, dass bei dem gewünschten höheren Schmelzgrade die vorzüglichste Eigenschaft des Unschlittes, welche in der entsprechenden Regulirung des Consums, je nach trockener oder nasser Witterung besteht, nicht nur beeinträchtigt wurde, sondern sogar die entgegengesetzte Wirkung eintrat.

Wenn nämlich der Zusatz von Erdwachs grösser war, so wischte der Schmierstoff in hoher Temperatur bei trockenem Wetter den Staub und die durch Reibung der Spurkränze an den Schienen entstehenden Eisentheilechen von der Hohlkehle ab, wodurch sich Krusten bildeten, welche erst mit dem Rauwerden der Hohlkehle verschwanden.

Hiedurch wurde Schmier-Material, ohne Nutzen geleistet zu haben, verbraucht.

Man verminderte daher den Zusatz von Erdwachs und griff wieder zum Hammeltalg allein, sobald als es die Jahreszeit und die herrschende Temperatur zuliesse.

Inzwischen gelang es dem Industriellen L. Artmann, welcher sich, angeregt durch den Ingenieur Fischer v. Rösslerstamm, eingehend mit diesem Gegenstand beschäftigt hatte, ein Material zu finden, das, dem in Wesenheit aus Hammeltalg bestehenden Fettstoffe zugesetzt, den Schmelzpunkt desselben auf 60° R. und noch höher brachte, ohne die Schmierfähigkeit desselben irgendwie zu beeinträchtigen.

L. Artmann erzeugt seine Fette unter dem Namen Hartfette, in Tafeln oder Patronen von 130<sup>mm</sup> Länge, 60<sup>mm</sup> Breite und 15<sup>mm</sup> Dicke und in drei Härtennummern: 0, 1 und 2\*).

In diese Tafeln oder Patronen ist ein eigenes sehr schütteres lampendochtartiges Gewebe eingegossen, welches dazu dient, gesprungene oder zerbrochene Tafeln nicht auseinander fallen zu lassen.

\*) L. Artmann erzeugt auch Hartfette Nr. 3 und 4 als Nothfette für heissgelaufene Achsen- und Kurbel-Zapfen, die sich ausgezeichnet bewährt haben.

Die Preise dieser Hartfette per Kilogramm sind, wie folgt:

0 für Winter-Temperatur . . . .	fl. 1.—
1 „ mittlere „ . . . .	fl. 1.40
2 „ hohe Sommer-Temperatur . .	fl. 1.60
3 weiche Zusatzmasse . . . .	fl. 1.80
4 harte „ . . . .	fl. 2.—

\*) Holz, Fette, Speckstein, Blei, Erdwachs mit Schwefel u. s. w.

Diese Fetttafeln entsprechen hiernach allen Anforderungen, die bei praktischer Anwendung nur vorkommen können.

Es handelte sich nun darum, die zweckmässigste Art der Zuführung zu den Hohlkehlen der Spurkränze und die Befestigung des hiezu nöthigen Apparates zu ermitteln.

Einen sehr guten Anhaltspunct bot die Achsfeder sammt ihrem Bunde, und zwar deshalb, weil der Federbund und der Spurkranz während des Ganges der Locomotive nahezu in constanter Entfernung bleiben\*).

Herr Ingenieur Fischer v. Rösslerstamm construirte anfangs die Apparate nur unverstellbar und in solcher Art abnehmbar, wie es bei G. Sigl's Locomotive „Hall“ in der Weltausstellung im Jahre 1873 zu Wien zu sehen war.

An derselben Locomotive wurde später auch ein verstellbarer Apparat, wie selbe jetzt von dem oben erwähnten Ingenieure verbessert construiert werden, angebracht, der es möglich macht, bei Wechsel von Tyres, Federn u. s. w. die Führung der Schmiertafeln nach Erforderniss richtig zu stellen.

Die Zuführung der Fetttafeln geschieht, wie aus den Zeichnungen und auf Blatt Nr. 16 zu sehen ist, mittelst Hülsen, die aus zwei Blechen und zwei hölzernen Seitenleisten bestehen.

Dieselben liegen nur mit ihrem Eigengewicht auf den Tyres auf und erleiden daher nur eine sehr geringe Abnutzung.

Die Fetttafeln werden, je nach der Jahreszeit und der herrschenden Temperatur, aus den drei Nummern gewählt.

Erfahrungsgemäss reicht eine Fetttafel für 500 bis 800<sup>km</sup> Fahrt aus und erfordert dieser Apparat auch keine weitere Bedienung.

Ist eine Fetttafel schon etwas stark verbraucht, so gibt man entweder eine zweite Fetttafel oder ein passendes Stück Holz als Schwergewicht auf dieselbe.

Bekanntlich tritt eine starke Abnutzung der Schienen und Spurkränze bei hoher Temperatur und in trockener Zeit ein.

Es ist daher selbstverständlich, dass in dieser Zeit die Spurfettung von grösserer Wichtigkeit ist.

Ein Gleiten der Triebräder, wie man im Anfang befürchtet hatte, trat nicht ein, und das Zugförderungs-Personale ist schon nach einigen Fahrten vollständig mit der Anwendung dieser so einfachen Vorrichtung vertraut.

Der Nützeffect der Spurfettung hat sich auf der Linie St. Valentin-Budweis der Kaiserin Elisabeth-Bahn schon in den ersten Monaten der Anwendung in solcher Art herausgestellt, dass sich die General-Direction dieser Bahn veranlasst gefunden hat, nicht nur sämtliche mehrfach verkuppelte Locomotive, sondern auch Locomotive mit freier Vorderachse mit solchen Apparaten versehen zu lassen.

\*) Gestattet die Construction einer Locomotive nicht die Anbringung der Apparate an den Federbünden, so kann man hiezu die etwas weniger gut verwendbaren Gangbleche in Anspruch nehmen.

Während früher bei den auf obiger Linie verwendeten Locomotiven zwischen der einen und der anderen allgemeinen Reparatur derselben die vorderen mit den hinteren Kuppelrädern zweimal gewechselt und inzwischen einmal abgedreht werden mussten, ist jetzt bei der Anwendung der Spurfettung nur ein einmaliges Wechseln der Kuppelräder nöthig, und es fällt das Abdrehen sämtlicher Räder mit der allgemeinen Reparatur der Locomotive zusammen.

Hieraus ergibt sich nicht nur eine doppelte Benützungsdauer sämtlicher Tyres, sondern es fallen auch Nebenspesen weg, woraus abermals Ersparnisse resultiren.

Auf der schmalspurigen Bahnstrecke Lambach-Gmund, wo Steigungen von 1 : 29 und Curven von 75<sup>m</sup> Radius vorkommen, hat sich diese Spurfettung ebenfalls sehr gut bewährt.

Der Verbrauch an Fettstoff ist, da die Apparate so eingerichtet sind, dass nur jene Stellen des Spurkränzes gefettet werden, welche mit den Schienen in Berührung kommen, ein sehr mässiger\*).

Bahnen, bei welchen sehr viele Curven vorkommen, erfordern für Schmiere im Hochsommer per Locomotiv-Kilometer 0.066 Kreuzer, im Jahresdurchschnitte 0.026 Kreuzer ö. W.

Ist die Spurfettung allgemein eingeführt, so dürften sich die Kosten noch bedeutend geringer stellen.

Selbstverständlich ist es, dass die Köpfe der Schienen durch die Anwendung der Spurfettung wesentlich geschont werden.

Die hieraus erzielten Ersparnisse lassen sich vorläufig noch nicht genau bestimmen, sind jedoch gewiss nicht unbedeutend.

Es ist zu erwarten, dass diese Spurfettung, welche allen vorher angeführten Bedingungen vollständig entspricht, nach und nach eine ebenso allgemeine Verbreitung finden werde, wie es bei der durchgehenden Zugvorrichtung bei Wagen, die gleichfalls vom Ingenieur Fischer v. Rösslerstamm construiert wurde, der Fall war\*\*).

## G. Starke's Perspectiv-Lineal mit drehbarer Libelle.

Von Professor Dr. W. Tinter.

Die Construction des Perspectiv-Lineals erfährt in neuerer Zeit fortwährende Verbesserungen, welche im wesentlichen Zusammenhange mit der Verwendung desselben

\*) Bei Reserve-Locomotiven, die die Bestimmung haben, Zügen auf örtlichen Steigungen vorzuspannen und dann leer zurückzufahren, verwendet man mit sehr grossem Nutzen solche Apparate sowohl am ersten als auch am letzten Räderpaare der Locomotive.

\*\*) Vorliegender Apparat ist dem Erfinder Ingenieur Fischer v. Rösslerstamm, der gerne bereit ist, weitere Auskünfte zu ertheilen, patentirt worden.

Auf der bayerischen Staatsbahn, mährischen Grenzbahn, österreichischen Nordwestbahn, Kronprinz Rudolf-Bahn, ersten ungarisch-galizischen Eisenbahn und anderen Eisenbahnen wurden diese Apparate bereits eingeführt.

bei der Terrinaufnahme stehen; denn vielfach wird zu letzterer der Messtisch mit einem geeigneten Perspectiv-Lineale angewendet. In solch' einem Falle hat das Perspectiv-Lineal nicht nur zur graphischen Bestimmung der Horizontalwinkel, sondern auch zur Messung der Verticalwinkel, zum gewöhnlichen Nivelliren und zur Distanzmessung zu dienen. Für die Messung der Verticalwinkel und für das gewöhnliche Nivelliren war dem Perspectiv-Lineale eine Aufsatz- oder eine Hängelibelle beigegeben, welche auf cylindrischen Ringen ruhte, welche gleichen Durchmesser hatten.

Bei Instrumenten mit durchschlagbarem Fernrohre hatte man wiederholt den Versuch gemacht, die Aufsatz- oder Hängelibelle durch eine Rotationslibelle zu ersetzen, wodurch die Ringe entfallen könnten. Allein die Schwierigkeit der Herstellung solcher Libellen, welche im Innern eine vollkommene Rotationsfläche, mit einem bestimmten Kreisbogen als Leitlinie, darstellen sollen, liess derartige Versuche vereinzelt.

Angeregt durch ein Gespräch über diesen Gegenstand mit Professor Nagel führte G. Starke die bezeichnete Construction durch, freilich unter Voraussetzung, dass der Vortheil, den durchschlagbare Fernrohre mit Ringen und entsprechender Libelle hinsichtlich der Rectification der Parallelstellung der Libellenachse und der optischen Achse bieten, erhalten bleibe, eine Voraussetzung, die, wie später gezeigt werden wird, im Allgemeinen nicht zutreffend ist.

Beschreibung. In Fig. 1 ist die Ansicht, in Fig. 2 der Grundriss und in Fig. 3 der Schnitt durch die Achse der drehbaren Libelle dargestellt.  $ll_1$  ist das Lineal,  $S$  die auf demselben mit vier Schraubchen  $\sigma$  festgehaltene, nach dem Lüften derselben jedoch durch zwei gegenüberstehende Schraubchen  $w$  drehbare hohle Säule, welche im oberen Theile durch eine in der Mitte durchbrochene Platte  $p$  geschlossen ist. Die zweite Platte  $p_1$ , auf welcher die ferneren Constructionstheile aufgebaut sind, reicht mit einem nach abwärts gehenden Arme  $A$  in die Säule. Die beiden diametral gegenüberstehenden Spitzen der in  $p$  eingelassenen Schrauben  $\sigma\sigma$ , greifen in diesen Arm ein und geben für den ganzen Obertheil eine horizontale Drehachse ab. Das Bewegen um diese Achse geschieht mittelst der Schraube  $G$  und einer gegenüber angebrachten Feder, zwischen welchen beiden Theilen das untere Ende des Armes  $A$  gehalten ist.

Die Platte  $p_1$  trägt nun: die Lager  $\lambda\lambda$  für die horizontale Drehachse  $a$  des Fernrohres  $F$  und die Libelle  $L$ , deren Achse zur horizontalen Drehachse parallel sein soll. Zur leichteren Prüfung dieser Eigenschaft ist die kleine berichtigte Aufsatzlibelle  $L'$  beigegeben.

(Ueber den Zweck der Libelle  $L$  und  $L'$  siehe: Tinter, das Perspectiv-Lineal. Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines IX. und X. Heft 1868.)

Das eine Ende der horizontalen Drehachse trägt das durchschlagbare Fernrohr  $F$ , dessen optische Achse zur

Fig. 1.

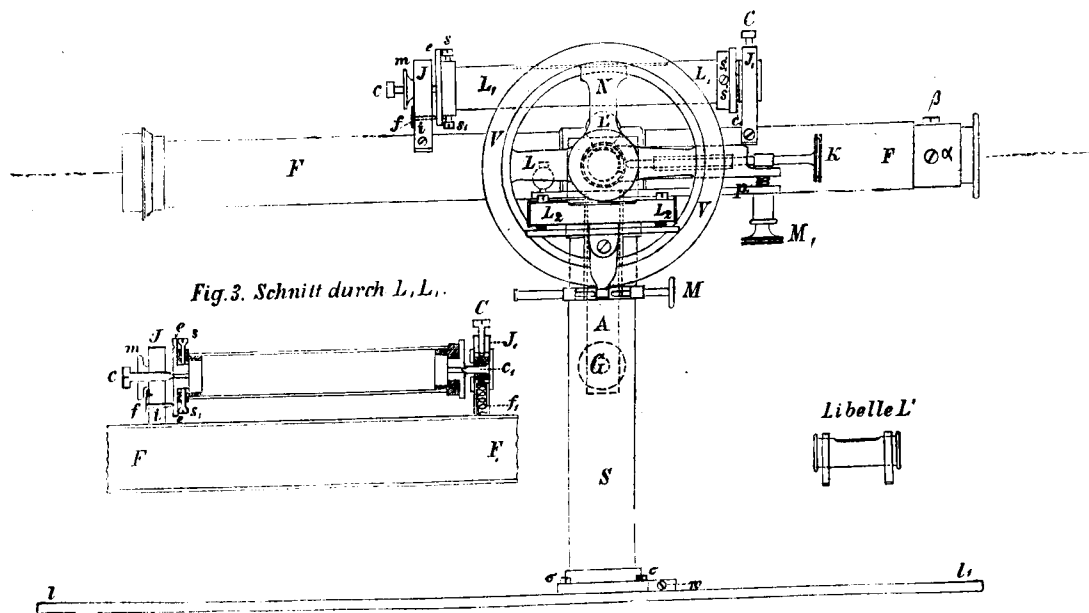
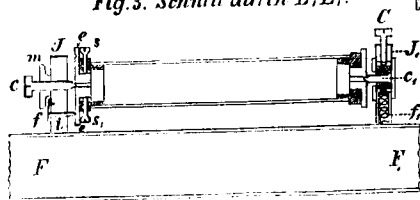
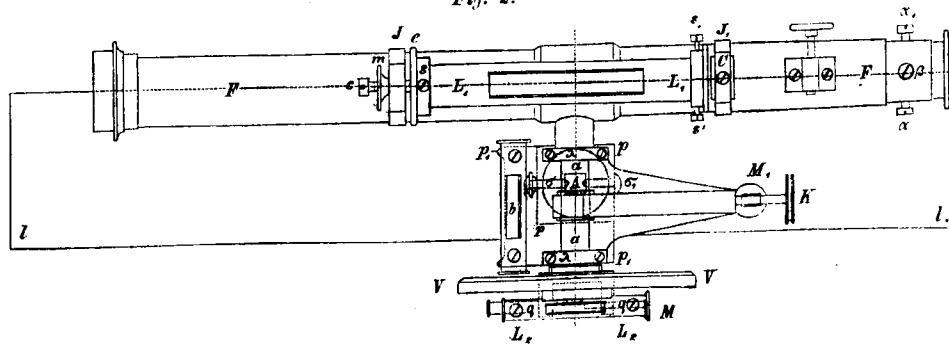
Fig. 3. Schnitt durch  $L, L_1$ .

Fig. 2.



horizontalen Drehachse des Fernrohres senkrecht sein soll; die Visirebene soll ausserdem durch die Kante des Lineals gehen.

Erstere Eigenschaft kann mit Hilfe der an der Ocularröhre angebrachten Schraubchen  $\alpha$ , welche eine Verschiebung der Fadenplatte im horizontalen Sinne gestatten, letztere mit Hilfe der Schraubchen  $w$ , welche nach dem Lüften der vier Schraubchen  $\alpha$  ein Drehen der Säule  $S$  ermöglichen, erzielt werden. Mit dem Fernrohre  $F$  ist die drehbare Libelle  $L_1$  auf folgende Art verbunden: Das Fernrohr trägt die beiden Ständer  $J$  und  $J_1$ ; in ersterem sind die Muttergewinde für die Schraube  $c$  mit der Gegenmutter  $m$  enthalten. Der Ständer  $J_1$  ist in der Mitte durchbrochen und unten ausgehöhlt; in die Durchbrechung kommt ein prismatisches Stück mit der Schraube  $C$ , während in die Höhlung eine starke Schraubenfeder  $f_1$  eingesetzt ist, welcher die Schraube  $C$  gegenüber wirkt. Zwischen den Schraubenspitzen von  $c$  und  $c_1$  ist nun das durch dieselben gehaltene Libellenrohr drehbar.

Um das Maass der Drehung zu begrenzen, trägt das eine Ende des Libellenrohres die Platte  $e$ , auf welcher eine kreisförmige Vertiefung mit zwei um  $180^\circ$  abstehenden Punkten angegeben ist. Ein durch  $J$  gehender Stift  $i$  wird mit der Feder  $f$  stets in die Vertiefung eingedrückt; man kann demnach in der normalen Lage des Fernrohres (Ocular gegen die kürzere Seite des Lineals), als auch bei durchgeschlagenem Fernrohre mit Hilfe dieser Einrichtung die Blase der Libelle an derselben Stelle nach oben gekehrt erhalten.

Die Libelle selbst kann mit Hilfe der Schraubchen  $ss_1$  im verticalen Sinne, mit Hilfe von  $s's_1$  im horizontalen Sinne, ausserdem noch das ganze Libellenrohr mit  $C$  um die Spitze von  $c$  in verticaler Richtung bewegt werden. Es ist dadurch ermöglicht, die Libellenachse parallel zur horizontalen Drehachse  $cc_1$  (mit  $ss_1$ ) und diese parallel zur optischen Achse zu stellen (mit  $C$ ), wodurch man dann aus dem Einspielen der Libelle auch auf die horizontale Lage der Visur schliessen kann, u. z. sowohl in der normalen Lage des Fernrohres, als bei durchgeschlagenem Fernrohre, in welcher letzterer Stellung die Libelle um  $cc_1$  gedreht werden muss, damit die Blase nach oben kommt.

An dem zweiten Ende der horizontalen Drehachse  $\alpha$  ist der Verticalkreis  $V$  angebracht; mit Hilfe des Nonius kann die Theilung desselben bis auf eine Bogenminute gelesen werden. Der Nonius ist so adjustirt, dass, wenn das Lineal auf eine horizontale Unterlage aufgesetzt wird, der Verticalkreis vertical steht, bei horizontaler Visur in der normalen Lage des Fernrohres die Lesung Null, hingegen bei durchgeschlagenem Fernrohre und horizontaler Visur die Lesung  $180^\circ$  statt hat. Bei der nach dem Zenith gerichteten Visur hat man die Lesung  $90^\circ$ . Steht das Lineal auf einer horizontalen Unterlage, ist der Verticalkreis vertical, so soll bei horizontaler Visur auch die Alhidaden-Libelle  $L_2$  des Höhenkreises einspielen, wodurch die Achse von  $L_2$  zu jener von  $L_1$  parallel wird; die Corrections-Schrauben  $q$  dienen hiezu. Wenn man dann das Lineal auf eine etwas geneigte

Unterlage aufstellt, so wird man bei Bestimmung eines Höhenwinkels doch das richtige Resultat erhalten, wenn man nur vor dem Ablesen die Libelle  $L_2$  mit  $M$  zum scharfen Einspielen bringt. Mit der Klemmschraube  $K$  kann die freie Bewegung des Fernrohres um die horizontale Drehachse aufgehoben, eine feine Bewegung der optischen Achse im verticalen Sinne jedoch mit der Mikrometerschraube  $M_1$  erzielt werden.

Die Distanzmessung geschieht mittelst eines Faden-Distanzmessers.

#### Gebrauch.

Die Anwendung des Perspektiv-Lineales zur graphischen Bestimmung der Horizontalwinkel, der Zweck der Libelle  $L$  muss als bekannt vorausgesetzt werden.

Sollen mit dem Perspektiv-Lineale Verticalwinkel gemessen werden, so wird der mittlere Horizontalfaden auf den betreffenden Zielpunkt eingestellt und die Libelle  $L_2$  mit der Schraube  $M$  zum Einspielen gebracht; die sich ergebende Ablesung am Verticalkreise zeigt den gesuchten Verticalwinkel an.

Man könnte übrigens auch nach dem Principe der Messung der doppelten Zenithdistanz vorgehen, um den einfachen Zenithwinkel zu bestimmen.

Der Grad der Empfindlichkeit der Libelle  $L_2$  ist der Angabe des Nonius am Verticalkreise entsprechend gewählt, während die Libelle  $L_1$ , da selbe zum Nivelliren verwendet werden soll, bedeutend empfindlicher genommen wurde.

Die Distanzmessung wird auf die in meiner Abhandlung über das Universal-Nivellir-Instrument mit Fernrohr zum Durchschlagen angegebene Weise vollzogen. Siehe Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, VI. Heft 1869. Zu bemerken wäre nur, dass, da die additionelle Constante nahe  $0.58^m$  beträgt, bei Terrinaufnahmen in dem Maassstabe 1:4000 dieselbe schon nicht in Betracht zu ziehen wäre.

#### Eigenschaften des Perspektiv-Lineals dieser Construction.

1. Die optische Achse soll zur horizontalen Drehachse des Fernrohres senkrecht stehen.

2. Die Achse der Libelle  $L$  soll zur horizontalen Drehachse des Fernrohres parallel sein, so dass bei einspielender Libelle  $L$  die Drehachse auch horizontal, die Visirebene demnach vertical ist.

3. Die Visirebene soll durch die Kante des Lineals gehen, oder zu ihr parallel sein.

4. Die Tangente am Spielpunkte der drehbaren Libelle  $L_1$  soll in der normalen Lage des Fernrohres als auch bei durchgeschlagenem Fernrohre zur optischen Achse parallel sein, was fordert, dass die Tangente am Spielpunkte parallel zur Drehachse  $cc_1$  des Libellenrohres, und diese parallel zur optischen Achse sei.

5. Bei horizontaler Tischfläche und bei einspielender Libelle  $L_2$  soll am Verticalkreise die Lesung Null, beziehungsweise die Lesung  $180^\circ$  statt haben.

6. Die Constanten des Distanzmessers sollen richtig bestimmt sein.

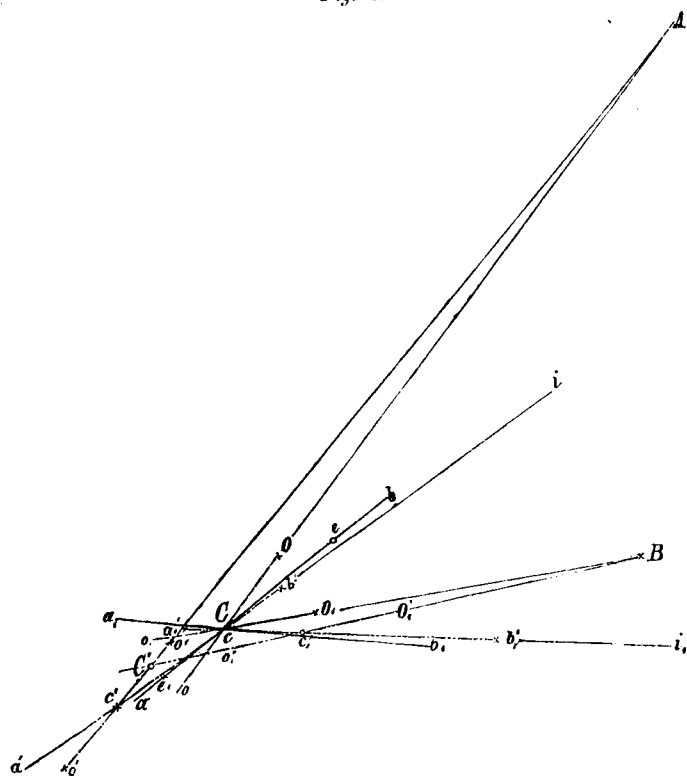
### Prüfung und Berichtigung.

Was die in 1 und 2 ausgesprochenen Eigenschaften anbelangt, verweise ich auf die Seite 197 angegebene Abhandlung.

Ad 3. Die Art der Prüfung und Berichtigung dieser Eigenschaft kann als bekannt angesehen werden. Es sei hier gestattet, auf die Einwirkung eines Fehlers in der Neigung der Projection der Visirebene gegen die Kante des Lineals näher einzugehen, weil mehrfach angegeben wird, dass die unter 3 angeführte Eigenschaft eigentlich nicht in Betracht komme.

In Fig. 4 sei  $\angle ACB = \alpha$  der in der Horizontal-Projection zu bestimmende Winkel;  $ab$  die Kante des Lineals,

Fig. 4.



$oO$  die Horizontal-Projection der Visirebene; beide mögen den Winkel  $\angle Ocb = \varphi$  mit einander bilden. Wird mit dem Schnittpunkte  $c$  zwischen  $ab$  und  $oO$  an den Scheitel  $C$ , sowohl beim Visiren nach  $A$  als nach  $B$  angelegt, und jedesmal an der Kante des Lineals die Linie, d. i.  $bc$ , beziehungsweise  $b_1c$  gezogen, so ergibt sich statt der Horizontal-Projection  $\angle CCO_1 = \alpha$  der Winkel  $\angle bCb_1$ , welcher auch  $= \alpha$  ist. In diesem Falle wird die Grösse des Winkels nicht geändert; die sämtlichen Winkelschenkel weichen um dasselbe von der eigentlichen Richtung ab.

Abgesehen davon, dass es schwer fallen dürfte, die Stelle an dem Lineale, an welcher die Visirebene die Kante des Lineales schneidet, zu bestimmen, so wird es bei der Arbeit auch nicht gut thunlich sein, immer diese Stelle mit dem Scheitelpunkte der zu messenden Winkel zusammen zu bringen. Es wird daher der durch das Ziehen der Linien an der Kante des Lineales erhaltene Winkel

auch von jenem abweichen, welcher sich durch den Schnitt der Visirebene mit der Zeichenfläche ergeben würde.

Denkt man sich nämlich einmal die Linealkante mit dem Punkte  $e$  mit dem Scheitelpunkte  $C$  zusammengebracht, so kommt die Visirebene in die Lage  $o'O'$ , die Kante des Lineales in die Lage  $a'b'$ ; die an dieser gezogene Linie  $a'i$  wird als Horizontal-Projection des Winkelschenkels angenommen; wird das anderemal der Punkt  $e_1$  der Linealkante an  $C$  angelegt, und nun nach  $B$  visirt, so kommt die Visirebene und die Kante des Lineales beziehungsweise in die Richtung  $o_1'O_1'$  und  $a_1'b_1'$ , die gezogene Linie  $a_1'i_1$  wird als Horizontal-Projection des Winkelschenkels  $CB$  angesehen.

Durch die Visirebene in der Lage nach  $A$  und nach  $B$  wird der Winkel  $\angle AC'B$ , durch das Ziehen der Linien an der Kante des Lineales der gleiche Winkel  $\angle iCi$  angegeben, während  $\angle ACB = \alpha$  zu bestimmen war.

Es ist aber  $\angle ACB = \angle AC'B + A + B$ ; nun ist:

$$\angle ACB = \alpha, \sin A = \frac{Cc'}{AC} \sin \angle Ac'i, \sin B = \frac{Cc_1'}{BC} \sin \angle Bc_1'i_1.$$

Setzt man  $Cc' = d$ ,  $AC = D$ ,  $Cc_1' = d_1$ ,  $BC = D_1$ , und bedenkt, dass  $\angle Ac'i = \angle Bc_1'i_1 = \varphi$  ist, dass die Winkel  $A$  und  $B$  klein sind, so folgt:

$$\alpha = \angle AC'B + \frac{\sin \varphi}{\sin 1''} \left( \frac{d}{D} + \frac{d_1}{D_1} \right).$$

Um den Unterschied an einem speciellen Beispiele zu ersehen, setze man  $d = 0.2^m$ ,  $d_1 = 0.1^m$ ,  $D = 150^m$ ,  $D_1 = 50^m$  und  $\varphi = 5^\circ$ ; es folgt:

$$\alpha - \angle AC'B = 60.0''.$$

Ist für den vorliegenden Fall der zulässige Unterschied  $\alpha - \angle AC'B = 2' = 120''$  (Genauigkeit der graphischen Winkelbestimmung) gegeben, so lässt sich die Neigung  $\varphi$  bestimmen; es wird  $\varphi = 10^\circ$ .

Wenngleich der Einfluss eines derartigen Fehlers bis zu einer gewissen Grösse vernachlässigt werden könnte, so entnimmt man, dass es doch nicht überflüssig ist, auch dieser Eigenschaft die entsprechende Aufmerksamkeit zuzuwenden, ganz abgesehen davon, dass bei einer und derselben Aufnahme das Perspektiv-Lineal mit einem anderen, in dieser Hinsicht vom ersteren bedeutend abweichenden vertauscht werden könnte, und dass diese Eigenschaft so ganz mit der Art der graphischen Winkelbestimmung im innigen Zusammenhange steht.

Ad 4. Bei der Untersuchung dieser Eigenschaft handelt es sich zunächst um eine horizontale Linie, welche mit den zu Gebote stehenden Mitteln auf folgende Art erhalten werden kann:

Auf einem geeigneten Terrain wähle man sich zwei Punkte  $A$  und  $B$  Fig. 5, etwa in einer Entfernung von 100 bis 150<sup>m</sup> und bezeichne dieselben durch Pflöcke. Ueber  $A$  stelle man den Tisch horizontal, bestimme den lothrecht über  $A$  liegenden Punkt auf dem Tische und stelle das Perspektiv-Lineal derart auf, dass die horizontale Drehachse  $C$  über diesen Punkt kömmt. Im Punkte  $B$  lasse man die Latte vertical halten; die Visur  $oO$ , um  $\angle \varepsilon$





gente am Spielpuncte, und  $\alpha + 2\varepsilon$  oder  $\alpha - 2\varepsilon$  als Neigung der Drehachse der Libelle gegen die Horizontale.

Da das Perspectiv-Lineal selten zum Nivelliren, dafür zur trigonometrischen Höhenbestimmung für Zwecke der Terrainaufnahme oft verwendet wird, für letztgenannten Zweck der Verticalkreis mit der Alhidaden-Libelle  $L_2$  zur Erzielung des gewünschten Grades der Genauigkeit aber vollkommen hinreicht, und der Hauptvorteil, die Rectification der drehbaren Libelle von einem Standpuncte aus bewerkstelligen zu können, auch nicht erreicht ist, so dürfte diese Construction wohl auch keine besondere Verbreitung und Nachahmung finden.

Ad 5. Man stelle das Lineal auf die besonders in der Richtung des Lineales horizontal gestellte Tischfläche, bringe ausserdem die Libelle  $L$  mit der Schraube  $G$  und die Libelle  $L_1$  mit der Schraube  $M_1$  zum Einspielen. Dadurch ist der senkrecht mit der horizontalen Drehachse verbundene Verticalkreis vertical, die optische Achse horizontal gestellt worden. Hierauf bewege man mit der Schraube  $M$  den Noniusträger so lange, bis der Nullstrich des Nonius  $N$  mit dem Nullstriche der Theilung coincidirt. In dieser Stellung soll auch die Alhidaden-Libelle  $L_2$  einspielen, ihre Achse soll zur optischen Achse parallel sein. Ein sich zeigender Ausschlag der Libelle  $L_2$  wird mit den an ihr angebrachten Corrections-Schraubchen  $q$  verbessert.

Bei durchgeschlagenem Fernrohr und horizontaler Visur muss bei einspielender Libelle  $L_2$  der Nonius die Lesung  $180^\circ$  zeigen.

Ad 6. Hinsichtlich der Bestimmung der Constanten des Faden-Distanzmessers verweise ich auf die Abhandlung, welche schon Seite 198 angeführt wurde.

## Literarische Rundschau.

Der unterseeische Tunnel zwischen England und Frankreich findet in einer soeben bei Baumgärtner in Leipzig erschienenen Broschüre durch Ingenieur S. A. v. Hesse eine eingehende Beleuchtung vom geologischen, technischen und finanziellen Standpuncte aus, und dürfte diese Broschüre, welcher 1. eine geologische Karte der Strasse von Calais mit der projectirten Tunneltrace, 2. eine Karte mit drei Längsprofilen des Tunnels und 3. detaillierte Zeichnungen über die voraussichtlich bei den Arbeiten zur Verwendung kommende Brunton'sche Bohrmaschine beigegeben sind, allgemein das fachmännische Interesse erregen.

Indem wir diese Blätter, welche über alle einschlägigen Verhältnisse beste Auskunft geben und eine grössere Anzahl höchst interessanter vergleichender Daten beibringen, den Fachgenossen empfehlen, geben wir aus dem letzten Capitel, überschrieben: „Stand der Comité-Arbeiten mit Anfang 1875“, einige Schlussbemerkungen, welche die auf pag. 12 und 13 dieses Jahrgangs unserer Zeitschrift enthaltenen Notizen ergänzen.

Die „Channel Tunnel Company limited“, welche sich am 15. Jänner 1872 zur Herstellung des Tunnels constituirt hat und welche über ein zur Vornahme der Präliminar-Arbeiten bereits eingezahltes Capital von 160.000 Pfund Sterling verfügt, wovon die Häuser Rothschild zu Paris und London je 20.000 £; die Chemin de fer du Nord, sowie die englischen Bahnen gleichfalls 20.000 £ zeichneten, hat in Frankreich und England Comités errichtet.

An der Spitze des englischen Comité's steht als Präsident Lord Richard Grosvenor M. P.; Vice-Präsident ist Mr. William Hawey.

Der Präsident des französischen Comité's ist M. Michel Chevalier. Die Ingenieure sind die bestbekannten Herren: Sir John Hawkshaw, Mr. James Brunless und M. Thomé de Gamond.

Der Secretär der Compagnie ist Mr. Bellingham, und sein Bureau befindet sich London, 9 Cannon Street E. C.

Die Concession zur Erbauung des Tunnels ist vorläufig nur auf der französischen Seite nothwendig, nachdem das Gesetz daselbst eine solche vor der Ausführung der Arbeiten vorschreibt.

Es soll die Dauer dieser Concession über die üblichen 99 Jahre hinaus verlängert werden, und ebenso in Anbetracht der aussergewöhnlichen Verhältnisse die Dauer des in der Regel 30 Jahre umfassenden Monopoles. Frankreich sowie England sind dem Unternehmen sehr günstig gestimmt, was besonders aus den Berichten von 73 französischen Handelskammern hervorgeht, welche die Regierung um ihre Meinung befragt hatte. Auch sind die beiderseitigen Regierungen bereits über die politischen und strategischen Fragepuncte einig.

Wenn auch wir an dieser Stelle vor Allem nur das technische Moment des Projectes in's Auge zu fassen haben, so soll doch wenigstens angedeutet werden, dass die im 3. Abschnitte der besprochenen Broschüre dargelegten finanziellen Combinationen auf Grund der reellsten statistischen Daten dem Speculationstalent der engagirten Finanzleute alle Ehre zu machen scheinen.

Bereits das Jahr 1876 wird uns über den Ausgang der Vorarbeiten Gewissheit verschaffen, und wer im nächsten Jahre von der Ausstellung in Philadelphia über Dover zurückkehrt, wird sich bereits an Ort und Stelle informiren können, ob man im Jahre 1881 wird mittelst Eisenbahn den Continent erreichen können — oder nicht!

Wasserhaltungs-Maschinen der Stadt Chicago sind Balancier-Maschinen mit Condensation und Hilfsrotation, doppelwirkend und mit um  $90^\circ$  gegeneinander verstellten Kurbeln gekuppelt. Die Dampfzylinder haben je 1778<sup>mm</sup> Diameter, 3048<sup>mm</sup> Hub und sind mit Ventilsteuerung versehen; die Gleitklotze laufen in Führungen, die auf den Cylinderdeckel aufgeschraubt sind, so dass der Kreuzkopf mit dem Balancier nur durch ein Paar Lenkschienen verbunden ist. Der Balancier wird von einer 7<sup>m</sup> hohen gusseisernen Säule getragen, welche auf einem Piedestal von 1.93<sup>m</sup> Diameter ruht; ihr Gewicht beträgt 17 Tons. Der Säulenschaft dient als Windkessel, während das Piedestal als Condensator benützt wird. Die gusseisernen Balanciers sind 8.534<sup>m</sup> lang, in der Mitte 1828<sup>mm</sup>, an den Enden 610<sup>mm</sup> hoch und wiegen je 20 Tons. Das Schwungrad hat 7.62<sup>m</sup> Diameter, ist 8armig, am Kranz 305<sup>mm</sup> breit (seine Höhe 508<sup>mm</sup>) bei einem Gewicht von 33 Tons. Die Luftpumpen sind einfach wirkend, der Kolben hat 1130<sup>mm</sup> Diameter und 1370<sup>mm</sup> Hub; derselbe wird von dem dem Schwungrad zugekehrten Balancierarm gezogen.

Die Druckpumpen sind Plungerpumpen, die man direct unter den Dampfzylindern aufgestellt hat, so dass sie mit den durch den Boden geführten Dampfkolbenstangen verkuppelt werden. Der Pumpen-Cylinder hat 1447<sup>mm</sup> Diameter und der Plunger 1016<sup>mm</sup> Diameter bei 3048<sup>mm</sup> Hub. Die Dampfkolbenstange ist 190<sup>mm</sup> stark. Die Maschine macht acht Touren per Minute. (Engineering.)

## Verhandlungen des Vereins.

### Sitzungsberichte.

G.-Z. 1303—75.

### Protokoll

der Geschäftsversammlung am 24. April 1875.

Vorsitzender: Vereins-Vorsteher Fr. Schmidt.

Anwesend: 198 Mitglieder und einige Gäste.

Schriftführer: Vereins-Secretär E. R. Leonhardt.

1. Der Vorsitzende constituirt die Versammlung als Geschäftsversammlung unter Hinweis auf die Anwesenheit der beschlussfähigen Anzahl Mitglieder.

2. Das Protokoll der Geschäftsversammlung vom 17. 1. M. wird verlesen, genehmigt und unterzeichnet, nachdem in Punct 4 der vom Bureau proponirte Schlusssatz: „Zeugniß ablegend dafür, dass wenigstens in diesem Kreise dem, wie immer erfolgten glücklichen Abschlusse die-

ses Riesenbaues volles fachmännisches Verständniss entgegengebracht werde“ — über Antrag Pontzen gestrichen worden war. Es gelangt ferner

3. die Zuschrift des k. k. Handelsministeriums Nr. 1264 ex 75 zur Verlesung, worin der Verein eingeladen wird, einen Delegirten zu einer im Handelsministerium demnächst zusammentretenden Conferenz zu entsenden, welche sich mit der Organisation des Statuts etc. für die 1876er Anstellung in Philadelphia befassen wird. Der Verwaltungsrath beantragt, es sei dieser Einladung Folge zu geben und sei gleichzeitig die Wahl eines eventuellen Ersatzmannes vorzunehmen, damit der Verwaltungsrath, im Falle der Delegirte dauernd an Ausübung seiner Function verhindert sein sollte, eine vom Plenum designirte Persönlichkeit dann delegiren könne.

Der Verwaltungsrath schlägt als Candidaten 3 im Ausstellungswesen wohlversirte Männer vor: die Herren Deutsch, v. Grimburg und Pfaff.

Der Letztere, welcher wegen Abwesenheit von Wien an der betreffenden Verwaltungsraths-Sitzung nicht theilgenommen hat, ist heute anwesend und lehnt eine eventuelle Wahl dankend ab. An seiner Stelle wird Ingenieur Pontzen nominirt und nachdem ein Antrag Biziste's, „zwei Namen auf die Stimmzettel zu schreiben“, in der Minorität geblieben ist, wird die Wahl eines Delegirten mittelst Stimmzettel vollzogen. Mit Acclamation werden die Mitglieder Frischauf, Klein und Strohmayr zu Scrutatoren erwählt und ziehen sich diese Herren zur sofortigen Vornahme des Scrutiniums zurück.

4. Der Vorsitzende theilt mit, dass der in's Redactions-Comité gewählte Ritter v. Lichtenfels die Annahme dieser Wahl erklärt habe, und schliesst hieran folgende Mittheilungen:

Die im vorigen Jahre durch Vermittlung unseres correspondirenden Mitgliedes in Rio de Janeiro, Herrn kaiserlich brasilianischen Telegraphen-Director von Capanema vom Vereine im Auftrage der k. brasilianischen Regierung geführten Verhandlungen behufs Engagement von Ingenieuren für Brasilien haben nunmehr ihren vorläufigen Abschluss dahin gefunden, dass seitens der kaiserl. brasil. Gesandtschaft am hiesigen Hofe fünf Herren engagirt worden sind, und zwar die Vereinsmitglieder: Othmar Weinelt als Chef, Adolf Schwarz, Julius Pinkas, Leopold Schirmer, Heinrich Foglare.

Es ist bei der Acceptirung dieser Herren seitens der Gesandtschaft ausgesprochen worden, dass, wenn die kaiserliche Regierung mit den Leistungen der österreichischen Ingenieure zufrieden sein werde, dieser ersten Section wahrscheinlich noch weitere folgen dürften.

Indem wir unseren scheidenden Collegen unsere besten Glückwünsche mit auf den Weg geben, wollen wir hoffen, dass ihnen nicht durch das Klima und sonstige Verhältnisse ihre schöne und dankbare Aufgabe vereitelt werde, nämlich die, auch in jenen fernen Regionen österreichisches Wissen und Können zu Ehren zu bringen und für etwa nachfolgende Fachgenossen die Bahn rühmlichst zu ebnen.

Nachdem von unseren geehrten Fachgenossen in Brünn gegen 20 ihren ständigen Wohnsitz daselbst haben, erschien es Ihrem Verwaltungsrathe an der Zeit, dass der Verein in Brünn einen Mandatar habe.

Abweichend von dem früheren Usus, diesen Mandatar zu ernennen, hielt es Ihr Verwaltungsrath für angemessener, aus Gründen, die wir noch Gelegenheit haben werden, hier ausführlicher zu erörtern, den Brünn'schen Fachgenossen diese Wahl zu überlassen.

Die diesfalls angeregte Versammlung findet morgen Sonntag den 25. I. M. Nachmittags 3 Uhr in Brünn statt, und zwar in dem vom mährischen Gewerbevereine freundlichst zur Verfügung gestellten Saale deselben.

Eine Anzahl Mitglieder des Verwaltungsrathes, und mit ihnen ich selbst, werden sich die Ehre geben, dieser Versammlung beizuwohnen. Wer sich von Ihnen anschliessen will, meine Herren, soll herzlich willkommen sein. Die Abfahrt findet morgen Früh 7 Uhr 18 Minuten vom Nordbahnhofe aus statt.

Die Kunsthandlung Oscar Kramer hat heute im kleinen Ecksaale 31 Photographien ausgestellt, welche Ansichten der hiesigen Donau-Regulirung in auserlesener Vollkommenheit enthalten.

Ich darf die Herren auf diese neue und interessante Ausstellung besonders aufmerksam machen.

Tagesordnung für die letzte diesjährige Versammlung nächsten Mittwoch den 28. April.

1. Bericht des Localbahn-Comité's. Referent Morawitz.

2. Bericht des Comité's für Begutachtung der Köstlin'schen Objectformen für ökonomische Bahnen.

5. Es referirt nunmehr Ingenieur R. L. Haswell über die Beschlüsse des Bessemer-Stahlachsen-Probencomité's gemäss Beilage A.

Oberinspector Tilp trägt hierauf im von ihm geschäftsordnungsgemäss angemeldetes Minoritäts-Votum vor (Beilage B), auf welches der Referent der Majorität antwortet.

Nachdem sowohl Vereinsmitglied Bode als auch der Vorsitzende sich dahin ausgesprochen haben, dass in dem vorliegenden Falle, wo die auf Grund langjähriger Erfahrungen und zahlreicher Versuche gefassten Ansichten der Sachverständigen in so diametraler Weise sich gegenüberstehen, das Plenum nicht in der Lage sei, einfach durch Stimmenmehrheit entscheiden zu können, welche Ansicht den Vorzug verdiene, so wird unter allseitiger Zustimmung ein eigentlicher Beschluss über diesen Comitébericht nicht gefasst, sondern es werden sowohl das Majoritäts- als das Minoritäts-Votum zur Kenntniss genommen und die ganze Angelegenheit vertagt.

6. Das inzwischen beendete Scrutinium der heute vorgenommenen Delegirtenwahl sub 3 gelangt zur Vorlage.

Abgegebene Stimmzettel 185; absolute Majorität 93. Diese erhielt gerade Ingenieur Pontzen mit 93 Stimmen; Ingenieur Deutsch erhielt 47, Prof. v. Grimburg 42; 1 Stimme war ungültig, 2 zersplitterten sich. Es erscheint demnach Ingenieur Pontzen als der gewählte Delegirte, Ingenieur Deutsch als der designirte eventuelle Ersatzmann.

7. Es betritt hierauf Ingenieur Konyves v. Toth die Tribune und hält an der Hand zahlreicher Zeichnungen seinen angekündigten Vortrag über Tunnelbau im Allgemeinen und über die Ursachen der Deformationen bei Tunnelmauerungen und bringt dann ein von ihm entworfenes neues combinirtes System zur Vorlage.

An den vom lebhaftesten Beifall gefolgten Vortrag schliesst sich eine kurze Discussion über die Ursachen der Deformationen am Lupkower Tunnel zwischen dem Vortragenden und Ingenieur Psarski, worauf der Vorsitzende die Sitzung kurz vor halb 10 Uhr für geschlossen erklärt.

Bühler m. p.

H. Schmidt m. p.

Fr. Schmidt m. p.

E. R. Leonhard m. p.

Beilage A zu G. Z. 1303.

## Referat des Achsenproben-Comité's.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 17.)

Das vom Vereine eingesetzte Comité, bestehend aus den Ingenieuren Herren Biedermann, Deck, Aichinger, Jaschke, Herrmann, R. Haswell und Thamm, hielt es für angemessen, sich durch Zuziehung der Ingenieure Herren Gottschalk, Greiner, Elbl, Heyrowsky, Luschka, Oehme, Tilp und Schmiedhammer zu verstärken.

Als das Comité an die Lösung der ihm gestellten Aufgabe ging, zeigte sich gleich bei den ersten Berathungen, dass die zu Gebote stehenden Erfahrungen nicht ausreichten, um daraus eine allgemein giltige Norm für die Achsenproben im Sinne des Vorschlages ableiten zu können.

Da die Ansichten der Eisenbahn-Verwaltungen über die Ursachen der Achsenbrüche im Betriebe und als Folge davon auch die Ansichten über die Eigenschaften, welche von den Achsen verlangt werden müssen, sehr weit auseinander gehen, musste sich selbstverständlich auch eine grosse Verschiedenheit in den vorgeschriebenen Proben entwickeln, so dass deren Resultate nicht mit einander verglichen werden können; auch fehlt bis jetzt jeder Vergleich zwischen den Proberesultaten und dem Verhalten der auf Grund dieser Proben übernommenen Achsen während des Betriebes.

Die Ansichten der Bahnverwaltungen fanden ihren Ausdruck durch die einzelnen Comité-Mitglieder.

Während seitens der Einen die Ursache der Achsenbrüche auf geringe Güte der Achsen im Allgemeinen, sowie auf die fortwährenden Erschütterungen, denen sie im Betriebe ausgesetzt sind, zurückgeführt wurden, waltet bei Anderen die Ansicht vor, dass die Ursache von Achsenbrüchen viel weniger in allgemeiner zu geringer Widerstandsfähigkeit der Achsen, als vielmehr in einzelnen Fehlern zu suchen ist, und wird dies namentlich bezüglich der Stahlachsen, auf welche eine etwas unvorsichtige Behandlung bei der Erzeugung oder geringe Verletzung des Gefüges als von nachtheiliger Wirkung sei, ganz besonders betont.

Die Ersteren verlangten demnach folgerichtig möglichst weiche Achsen, welche durch Erschütterung weniger leiden, dauerhafter sind und ferner den Vortheil bieten, dass ein Anbruch weniger rasch bedenklich wird. Es wurde von dieser Seite demgemäss die Einführung einer strengen Schlagprobe angestrebt, um die Werke zu zwingen, auf möglichst weiches Material hinarbeiten, während die Anhänger der gegentheiligen Ansicht die Verwendung von härterem Material, das bei Stahl an und für sich von besserer Qualität ist und bis zu gewissen Grenzen weit höhere Widerstandsfähigkeiten besitzt, als weiches, als richtig bezeichnen, den härteren Achsen die grössere Dauerhaftigkeit zuschreiben und daher für mildere Proben eintraten, um die Erzeugung von solchen Achsen zu ermöglichen.

An der Hand der zu Gebote stehenden Erfahrungsdaten liess sich weder die eine noch die andere Ansicht vollständig widerlegen.

Auch über den Einfluss der Torsion auf die vorkommenden Brüche konnte aus den bekannten Erfahrungen kein sicherer Schluss gezogen werden, obwohl Wöhler (Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, 2. Band) durch im grösseren Maassstabe ausgeführte Versuche beweist, dass bei regelmässigem Betriebe die Inanspruchnahme auf Torsion so gering ist, dass sie ganz ausser Betracht kömmt.

Um nun aus eigener Anschauung einige Klärung in der Sache zu gewinnen, beschloss das Comité, vergleichende Versuche mit einer grösseren Anzahl von Achsen aus den verschiedenen Werken des Inlandes anzustellen.

Von Seite beinahe sämtlicher österreichischer Stahlwerke, u. z. aus den Werken: Graz, Ternitz, Prevali, Neuberg, Witkowitz, der Innerberger Gewerkschaft, Zeltweg und Axletree & Comp. (durch die Betriebs-Direction der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft) wurden je 2—6 Stahlachsen geliefert, so dass dem Comité die nicht unbeträchtliche Anzahl von 29 Stahlachsen zu Gebote stand; ferner wurden von der Maschinenfabrik der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft vier neue Reserveachsen der Südbahn aus Eisen im Jahre 1861 erzeugt und zwei alte Locomotiv-Eisenachsen zur Verfügung des Comité's gestellt. Die letzteren zwei Achsen wurden von ihrem Durchmesser auf den der Wagenachsen herabgeschmiedet. Bei dieser Operation zeigte sich das Eisen als sehr rothbrüchig.

Es sei hier angeführt, dass von Seite des Comité's den Gewerken lediglich nur die Art und Weise, wie die

gelieferten Achsen probirt werden sollten, bekannt gegeben wurden, also bezüglich der Qualität des Materials, dessen Härtegrad und Erzeugungsweise den Werken selbstredend vollkommen freie Hand gelassen wurde.

Nach dem Programme des Comité's sollte von den gelieferten Achsen eines jeden Werkes je eine Achse einer Schlagprobe und je eine Achse einer Druck-, resp. einer Belastungsprobe unterworfen werden.

Ein von dem Neuberg-Mariazeller Gewerke bereitwilligst zur Verfügung gestelltes Druckwerk erwies sich für diesen Zweck als nicht tauglich und musste, da die Anschaffung eines zweckentsprechenden für die Proben mit zu grossen Auslagen verbunden gewesen wäre, deshalb auf die Vornahme der Druckproben ganz verzichtet werden.

Auch fand sich kein entsprechendes Schlagwerk vor, doch ist von der Maschinenfabrik der Staatsbahn ein solches aufgestellt worden, dessen Kosten in der coulantesten Weise von den Werken getragen wurden.

Nach dieser Sachlage musste sich das Comité mit Schlagproben begnügen, von denen härtere und mildere vorgenommen wurden.

Als härtere Probe wurde die der Kaiser Ferdinands-Nordbahn bezeichnet. Dieselbe ist bekanntlich wie folgt:

Bei einer Entfernung der Unterlagen von  $1.500^m$  und einem Fallgewichte von  $400^{kg}$ , bei einer Anfangs-Fallhöhe von mindestens  $5.688^m$ , steigend nach jedem Schlag um mindestens  $630^{mm}$ , eine Durchbiegung von  $237^{mm}$ ; hierauf die Zurückbiegung und Durchbiegung in entgegengesetzter Richtung abermals auf  $237^{mm}$ , diese Operation insolange fortgesetzt, bis die Achse 500.000 Fuss Pfunde, nach der Formel  $P\sqrt{2gh}$  berechnet, ausgehalten hat.

Die mildere Schlagprobe wurde vom Comité selbst aufgestellt. Dieselbe bestand darin, dass bei gleicher Entfernung der Unterlagen, d. i.  $1.500^m$ , Schläge constant aus der Fallhöhe von  $7.5^m$  mit dem Fallgewichte von  $594^{kg}$  ausgeübt wurden, wobei die Achse jedoch nach jedem Schlage gewendet wurde, und dies so lange, bis der Bruch erfolgte.

Das Schlagwerk, auf welchem die Proben gemacht wurden, war ein geführtes. Der Fallklotz von  $594^{kg}$  Gewicht gleitete in zwei Doppel-T-Trägern. (Fig. 1 u. 2.)

Die brauchbare Höhe des Fallwerkes betrug  $10^m$ . Die Unterlage wurde aus zwei Stahl-Ingots von je 75 Ctr., d. i. zusammen  $7500^{kg}$ , auf einem Holzrost gebettet, gebildet.

Der Fallklotz aus Gusseisen hatte einen sattelförmigen gussstählernen Einsatz, so dass die Berührungsfläche beim Schlag auf die Achse eine möglichst kleine war.

Bei Vornahme der Nordbahn-Probe wurde die Fallhöhe von  $5.688^m$ , wie sie in den Vorschriften dieser Bahn lautet, selbstverständlich reducirt, um im Einklang mit dem grösseren Gewichte von  $594^{kg}$  dieselbe mechanische Arbeit zu geben, als die  $400^{kg}$  aus der Fallhöhe  $5.688^m$ .

An jeder Achse war das genaue Mittel durch einen Kreis aus weisser Farbe bestimmt, so dass die Schläge immer genau auf diese Stelle geführt werden konnten; ferner waren an jeder Achse Körner  $100^{mm}$  vom Mittel der Achse, sowohl oben als untenangebracht, so dass bei den Bruchproben durch Messen dieser Körner die

Dehnungen und Compressionen genau ermittelt werden konnten.

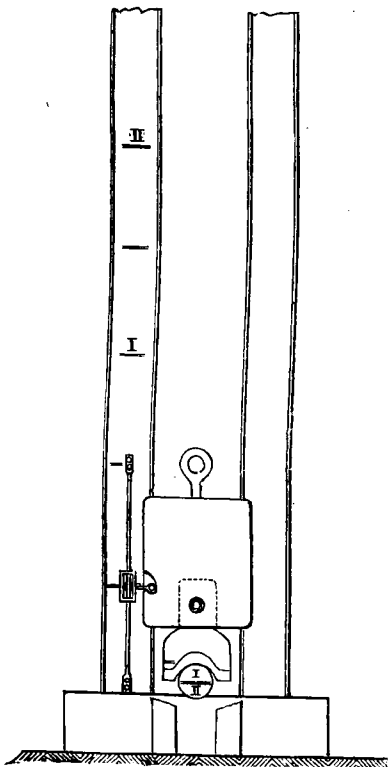
Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass, um allem Irrthume vorzubeugen, die beiden Seiten der Achsen mit 1 und 2 bezeichnet wurden, und in den Tabellen die Schläge auch unter dieser Benennung angeführt sind.

Bei allen Achsen jedoch wurde vorerst unter demselben Schlagwerk die Elasticitäts-Grenze zu bestimmen gesucht.

Es geschah dies auf folgende Weise:

Auf dem geführten Fallklotz wurde ein Zeiger angebracht, welcher beim Rücksprung des Fallklotzes einen kleinen auf einer Stange gleitenden Schieber mitnehmen musste. In dem Schieber ist eine Feder angebracht, so dass derselbe an irgend einer Stelle seiner Gleitstange stehen bleibt. (Fig. 1.)

Fig. 1.



Zuerst wurde nun der Fallklotz auf die Achse gesetzt, der Schieber auf den Zeiger herunter geschoben und mittelst einer Reissnadel an der Führungsstange des Schiebers ein Strich gemacht; hierauf wurde der Fallklotz auf 100<sup>mm</sup> gehoben und auf die Achse fallen gelassen.

Beim Rücksprung des Fallklotzes wurde nun dieser Schieber mitgenommen und blieb dann am höchsten Punkt des Rücksprunges stehen, so dass man mittelst Zirkel die Distanz zwischen ihm und dem Strich an der Leitstange messen konnte, welche Distanz die Grösse des Rücksprunges ist. Hierauf wurde in gleicher Weise, nur immer von 50 zu 50<sup>mm</sup> steigend, diese Operation fortgesetzt, bis eine bleibende Biegung der Achse stattgefunden hat.

Nach jedem Schlage wurde, um zu sehen, ob eine permanente Setzung der Achse stattgefunden hatte, die Achse mittelst Lineal gemessen.

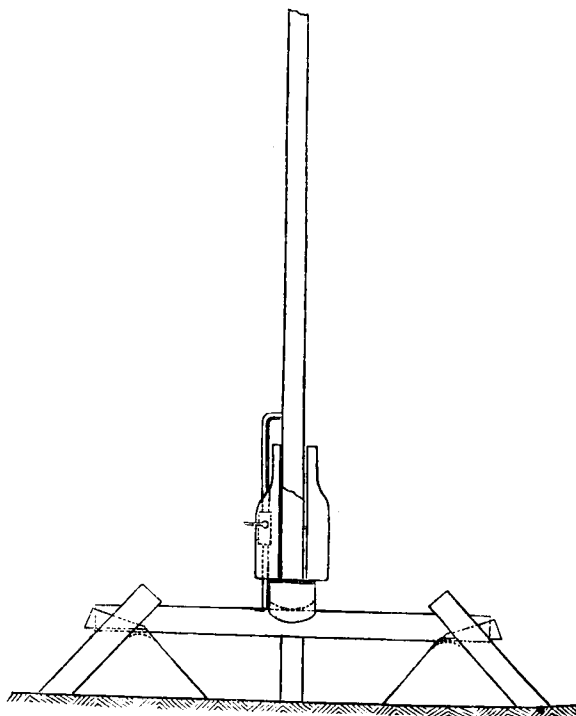
Aus unseren diesbezüglichen Tabellen ist ersichtlich, dass, sobald die Elasticitäts-Grenze überschritten war, der Rücksprung kleiner wurde.

Das Gewicht des Fallklotzes multiplicirt mit der Fallhöhe, welche derjenigen vorausgeht, bei welcher eine bleibende Biegung der Achse constatirt wurde, gibt die Elasticitäts-Grenze in Kilogramm-Meter ausgedrückt, der höchste Rücksprung aber, multiplicirt mit dem Fallgewichte, die Grösse der Elasticität. Der Zweck dieser Bestimmungen war, zu constatiren, wie sich die Achsen bei den weiteren Proben bis zum Bruche im Vergleich zu ihren Elasticitäts-Grenzen verhalten würden.

Von den nun folgenden Schlagproben wollen wir zunächst die Resultate der Nordbahn-Probe ventiliren.

Die Ergebnisse der Körnermessungen sind hier besonders interessant und wichtig; so sehen wir aus der Probe der Achse 2, Werk I in unserer Tabelle, dass die Achse auf der ersten Seite eine Compression von 13% und auf der zweiten Seite eine Dehnung von 10.5% bei der ersten Durchbiegung auf 237<sup>mm</sup> erleiden musste.

Fig. 2.



Bei der Rück- und Durchbiegung, wo auf die zweite Seite der Achse geschlagen wird, musste die Dehnung von 10.5% sich in eine Compression von 17.6% und die frühere Compression von 13% sich in eine Dehnung von 18.7% umwandeln; endlich nun bei der Rück- und Durchbiegung von der ersten Seite aus, die schon einmal um 10.5% gedehnte und hierauf um 17.6% comprimirt zweite Seite der Achse sich wieder um 12.75% dehnen und die schon einmal um 13% comprimirt, hierauf um 18.7% gedehnte erste Seite sich abermals um 9.9% comprimiren.

Aus unseren Tabellen ersehen wir weiter, dass von den 16 Stahlachsen nur drei die Nordbahn-Probe bestanden haben, und dass die Elasticitäts-Grenze dieser drei Achsen 178.2<sup>kg</sup> und 237.6<sup>kg</sup> waren, ferner dass eine Eisenachse mit der Elasticitäts-Grenze von 259.8<sup>kg</sup>, also eine höhere, als bei den drei Stahlachsen, die Nordbahn-Probe am besten aushielt, und dass die Eisenachse Werk X Nr. 1, trotzdem, dass sie voll Risse war (es ist dies eine der zwei

Achsen, welche, wie schon früher erwähnt, rothbrüchig waren), diese Probe ebenso gut bestand, als die Stahllachsen, Werk V Nr. 3 und Nr. 2 aus dem Werke II.

Sehr wichtig ist die Thatsache, dass die zwei Achsen aus dem Werke IV, welche beide aus einem Stahlblock, und zwar mit grösster Umsicht und in Gegenwart eines Comité-Mitgliedes erzeugt wurden, ganz verschiedene Resultate bei den Proben ergaben.

Die eine Achse wurde mit Anwendung einer mechanischen Arbeit von 28.512<sup>kg</sup>, die andere mit einer mechanischen Arbeit von nur 5346<sup>kg</sup> zum Bruche gebracht. Die eine Achse aus demselben Stahlblock hat also mehr als fünfmal so viel ausgehalten, als die andere.

Was die gewonnenen Resultate mit der milderen Probe, d. i. die mit abwechselnden Schlägen, anbelangt, so finden wir, dass die Achsen diese Probe besser bestanden haben, als die Nordbahn-Probe, und finden wir, dass bei jener Achsen mit 89, 63, 30 etc. Schlägen erst gebrochen werden konnten, was darauf zurückzuführen ist, dass hiebei die Dehnungen und die Compressionen constant zwischen nur 4 und 7% bleiben, während, wie erwähnt, bei der Nordbahn-Probe diese Grenzen 10—18% sind.

Die Berathungen, die nun über diese gewonnenen Daten von Seite des Comité's gepflogen wurden, führten dasselbe zu dem Schlusse, dass sie als Basis für eine vorzuschlagende einheitliche percentuelle Schlagprobe nicht dienen können. Auch konnte das Comité hieraus keine Momente für eine auf alle Achsen auszudehnende Probe ableiten.

Jedoch wurde vom Comité wünschenswerth bezeichnet, dass die Bahnverwaltungen eine auf alle Achsen auszudehnende Druckprobe innerhalb der Elasticitäts-Grenze vor den percentuellen Schlagproben vornehmen möchten, um zu erfahren, ob aus einer solchen Probe überhaupt Resultate zur Beurtheilung der Betriebssicherheit der Achsen gewonnen werden können.

Konnte das Comité nun auch keine Norm für die Vornahme der Achsenproben festsetzen, so war es doch darüber einig, dass die Ausführung der Proben von allen Eisenbahn-Verwaltungen unter gleichen Umständen vorgenommen werden soll, und dass die gewonnenen Resultate sowie die Erfahrungen aus dem Betriebe mit derart geprüften Achsen (darunter sind auch die ausrangirten Achsen zu verstehen) an die Fachblätter oder den Ingenieur- und Architektenverein mitgetheilt werden sollten, und dürften erst die so erhaltenen reichhaltigen und zur Vergleichung fähigen Daten zur Feststellung einer Norm für die Proben führen.

Für die Vornahme der percentuellen Schlagproben erlaubt sich das Comité nun folgende Ausführungsvorschrift in Vorschlag zu bringen:

1. Von jeder Lieferung sollen bei Stahllachsen wenigstens 2%, bei Eisenachsen wenigstens 1% probirt werden.
2. Die Entfernung der Auflagen (für die zu probirende Achse) soll genau 1.500<sup>m</sup> betragen.
3. Die Form der Auflagen soll ein dreieckiges Prisma mit abgerundeter Kante sein; der Radius der Abrundung soll circa 40<sup>mm</sup> betragen.

4. An den Auflagen sollen derart Führungen angebracht werden, dass die zu probirende Achse festgekeilt werden kann, um einerseits die Achse so stellen zu können, dass die Schläge immer genau auf dieselbe Stelle der Achse ausgeführt werden können, andererseits das lästige Herabfallen der Achse nach jedem Schlage zu vermeiden.

5. Die Messung der Durchbiegung soll mittelst eines Lineals von genau 1.500<sup>m</sup> Länge, so dass die Sehne stets 1.500<sup>m</sup> lang wäre, geschehen. Der Pfeil wird senkrecht auf die Sehne am Aufschlagepunkt gemessen.

6. Das Fallgewicht soll 500<sup>kg</sup> betragen.

7. Die Form des Fallklotzes an der Aufschlagstelle soll eine sattelförmige sein und wird die Ausführung desselben nach Fig. 1 anempfohlen.

8. Die Unterlage für die Auflagstützen soll ein Eisenblock von nicht weniger als 7500<sup>kg</sup> Gewicht sein. Der Block ist so zu betten, dass er nicht nachgiebbar ist.

9. Das Schlagwerk soll mit Führungen für den Fallklotz versehen sein.

10. Die Probe soll aus sechs Schlägen aus der Höhe von 4<sup>m</sup> auf ein und dieselbe Seite der Achse bestehen, wobei nach jedem Schlage die eingetretene Durchbiegung genau zu messen ist. Die Achse ist sodann unter demselben Schlagwerke und nicht geringerer noch grösserer Höhe als 4<sup>m</sup> wieder gerade zu richten.

11. Zur Gewinnung von Daten über die Widerstandsfähigkeit der Achsen gegen Bruch ist es wünschenswerth, wenn nach Vollendung der Probe die Schläge bis zum Eintritt des Bruches fortgesetzt werden. Es wird zu diesem Zwecke empfohlen, die Achsen auf demselben Schlagwerke weiteren Schlägen bis zu 8<sup>m</sup> Höhe, und zwar abwechselnd auf die eine und die entgegengesetzte Seite der Achse, zu unterwerfen.

12. Bei jeder Probe ist die Temperatur, welche die Achse bei Beginn derselben inne hat, unter nöthiger Vorsicht zu constatiren. Die Achsen müssen jedoch in kaltem Zustande der Probe unterworfen werden, die Temperatur aber darf niemals unter 0 Grad Celsius sein. Um jedoch zu constatiren, ob die Temperatur auf das Verhalten der Achsen von Einfluss sei, wird es als wünschenswerth erachtet, wenn weitere Achsen bei auch niedriger Temperatur der Probe unterworfen werden.

Als wünschenswerth wird weiter bezeichnet, bei den zu probirenden Achsen vorher die Elasticitäts-Grenze auf demselben Schlagwerke zu ermitteln, und wird zu dieser Bestimmung eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, vorgeschlagen.

Für die Druckproben, wenn solche von irgend einer Bahnverwaltung beliebt werden sollen, erlaubt sich das Comité hingegen vorzuschlagen, selbe so auszuführen, dass die Achsen in den Nabensitzen gehalten und der Probedruck auf die Stellen der Lagerläufe ausgeübt werden soll, so dass also die Achse so in Anspruch genommen wird, wie sie es bei einem in Ruhe befindlichen Fahrzeuge ist. (Siehe Blatt 17.)

Die bei den Schlag- oder Druckproben erhaltenen Resultate sollen genau notirt und eine Abschrift hiervon dem

österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine gesendet werden.

Für diese Aufschreibungen wäre das Formulare I zu verwenden.

Wien, am 3. April 1875.

Robert Lane Haswell m. p.

A. Deck m. p.

Luschka m. p.

Thamm m. p.

A. Elbel m. p.

Jos. Schmidhammer m. p.

Jaschke m. p.

Greiner m. p.

Heyrowsky m. p.

v. Gottschalk m. p.

in Bielitz.

Beilage B. zu G. Z. 1303.

### Minoritäts - Votum.

Die Natur der Erprobung von Bestandtheilen der Fahrzeuge muss mit der Function und Anspruchnahme dieser Theile im Betriebe möglichst vollkommen übereinstimmen und sich bis zum oder über das Maximum dieser Anspruchnahme hinaus erstrecken können.

Es werden demzufolge Dampfkessel und Rohre mittelst Druck, Trag- und Stossfedern mittelst Belastung und Schwingen u. s. f. erprobt; blos bei Achsen ist die Schlagprobe weit über die Elasticitäts-Grenze hinaus ziemlich allgemein angenommen, obwohl es unschwer ist, nachzuweisen, dass die Achsen im Betriebe solchen Einwirkungen nicht ausgesetzt sind, ausser man wollte die kurzwegigen Stösse, gemildert durch Federspiel, dafür ansehen, die aber keineswegs auf die Mitte der Achse wirken.

Die Natur der Anspruchnahme der Achsen im Betriebe muss erforscht werden aus den Ergebnissen der im Betriebe vorkommenden Brüche. Dass diese Ergebnisse bisher nur höchst unvollständig zur allgemeinen Kenntniss gelangen und die ganze Statistik der Dauer der Achsen eine nahezu unbrauchbare und ganz ungenügende ist, rührt daher, weil sie blos die im Betriebe gebrochenen, nicht aber die ausserhalb des Verkehrs, anlässlich der Untersuchung und Reparatur der Fahrzeuge wegen Fehler und Brüche ausserangirten Achsen enthält, deren Zahl die erstere aber weit übersteigt.

In Anbetracht dessen, dass die jetzt obligatorischen Dimensionen der Achsen den Bruch wegen mangelnder absoluter Festigkeit ausschliessen; ferner dessen, dass dem Bruche aus Specialursachen, als da sind: grobe Fehler im Materiale oder in der Schweissung, Heisslaufen, Ueberlastung, Entgleisungen u. a., entweder vorgebeugt werden kann, oder dass solche Brüche doch bisher die weit geringere Zahl bilden, bleibt die überwiegende Zahl der An- und Abbrüche zu erwägen, die übereinstimmend, dicht an oder innerhalb einer der Radnaben meist vom Keilloche ausgehend, vorkommen an Achsen, welche die rigorose Schlagprobe bei der Uebernahme, und merkwürdiger Weise dieselbe auch nach dem An- und Abbruche thatsächlich bis zum Zusammenbiegen bestanden, an Achsen, deren Materiale gut genannt werden konnte. Diese Anbrüche waren stets an jener Stelle, wo die Achse aufhörte, fest in der Nabe zu sitzen; sie begannen stets mit mikroskopischen Rissen, fortschreitend an der Peripherie, wie mit gerader

Linie oder Sehne nach dem Mittelpunkte vordringend, und bei gänzlich abgebrochenen Achsen bildeten die angebrochenen Flächen meist einen Ring, concentrisch oder excentrisch der Peripherie, und der Endbruch war plötzlich in dem Momente eingetreten, als die Dimension des stehengebliebenen Theils absolut zu schwach geworden, d. h. der Anbruch ringsherum oder auch nur im Kreistheil zu weit vorgeschritten war, um die Tragfähigkeit der Achse auf den Punkt des Nichtmehrgütens zu bringen.

Diese Anbrüche weisen auf die Einwirkungen von Kräften hin, welche weder allein durch Druck oder Stoss in Bezug auf absolute oder relative Festigkeit erklärt werden, sondern nur der Torsion und ihr verwandten Wirkungen zugeschrieben werden können.

Die reine Torsion kommt zur Wirkung in allen Curven und auf der geraden Bahn an Bremsrädern, wenn die Räder von den Klötzen ungleich gefasst sind, so dass das eine Rad steht, das andere aber rollt; ausserdem werden die Achsen an Tendern und Wagen continuirlich durch eine Art der Biegung in Anspruch genommen, deren Wirkung durch die dabei stattfindende stete Drehung der Achse der Torsion nahe kommt. Diese Biegung findet statt im langen Schafte zwischen den Naben, indem die Achse einen auf zwei Stützpunkten der Naben ruhenden Träger bildet, der an den Enden belastet ist. Wenn auch die Grösse des Einflusses der Torsion, sowie der ihr verwandten Biegung oder Verdrehung theoretisch theilweise als unbedeutend dargestellt, eigentlich aber noch nicht genügend erklärt ist, so hat doch die Praxis an Tausenden von an- und abgebrochenen Achsen gezeigt, dass hier der Theorie und den Versuchs-Stationen noch ein weites Feld vollends zu bebauen bleibt.

Für die Praxis ergibt sich aber hiernach die zweifellose Verwerflichkeit der Schlagprobe bis über die Elasticitäts-Grenze, erstlich in Bezug auf ihre Verlässlichkeit als Materialprobe, zweitens als Achsenprobe.

Die Majorität hat ähnliche Schlüsse aus den demonstrativen Ergebnissen der in der Staatsbahn-Fabrik vorgenommenen Schlagproben gezogen, in Ermangelung einer rationellen Probe jedoch die principielle Beibehaltung derselben vorgeschlagen. Aus dem würde sich ergeben, dass das Comité in seiner Gesamtheit nicht in der Lage ist, eine rationelle Erprobungsnorm vorzuschlagen, denn es wäre der Schlagprobe noch der schwerwiegende Vorwurf zu machen, dass sie die gesammte Achsen-Production auf die Fabrication weicher Achsen führt, was nach meinem Ermessen geradezu obigen Ergebnissen des Schadhaftwerdens der Achsen widerspräche, indem dieselben entschieden eine grosse Härte des Materials zu verlangen scheinen. Was die Druckprobe anbelangt, so kommt sie der Inanspruchnahme der Achse etwas näher, kann aber auch nicht als genügend gelten.

Eine Probe auf Torsion und Biegung ist bis jetzt nicht versucht worden, würde vielleicht Schwierigkeiten begegnen und könnte wohl auch nur eine percentuelle Probe bilden. Es bliebe also nur die Schlagprobe innerhalb der Elasticitäts-Grenze, wie sie nach Angabe des Generals Uchatius in der Staatsbahn-Fabrik vorgenommen wurde;



man kann aber, da auch diese nicht als eine erschöpfende Norm angesehen werden dürfte, in Anbetracht der Wichtigkeit des Gegenstandes als ersten und Hauptbestandtheiles aller Eisenbahnfahrzeuge und von directestem Einfluss auf die Sicherheit des Betriebes, über die dem Comité gestellte Aufgabe scheinbar hinausgreifen und behufs der Erlangung der Mittel zu einer rationellen, einheitlichen Probenorm, sowie zur Einflussnahme auf den Gegenstand in seiner Gesamtheit vorschlagen:

1. Zu erklären, dass die Schlagprobe in der bisher allgemein angewendeten Weise zur Aufstellung einer Erprobungsnorm für Achsen nicht geeignet ist.

2. Dass eine Versuchs-Station das Verhalten von Achsen oder ihnen ähnlichen Körpern auch auf Torsion und die ihr verwendete Biegung untersuche.

3. Dass ein Verein von Hütten-Technikern über die rationelle Fabricationsweise von Achsen aus Eisen und Stahl berathe und namentlich harte, der Homogenität wegen gehämmerte Achsen aus Feinkorneisen und Tiegelgussstahl, selbst aus Martin-Stahl in Berücksichtigung ziehe, welche mir mehr Dauer und Sicherheit zu versprechen scheinen, nachdem weder die Erzeugung noch das Verhalten des Bessemer-Materials, welches in so verschiedenen Qualitäten auftritt, vollkommen klar gestellt sind.

4. Dass vorläufig die allgemeine Schlagprobe innerhalb der Elasticitäts-Grenze, ferner etwa eine percentuelle Bruchprobe behufs Kenntniss der Textur, sowie das durchgängige Abdrehen aller Stahlachsen der ganzen Länge nach empfohlen werden.

5. Dass die Statistik vervollkommnet werde durch Registrirung aller wegen Fehler ausrangirten, wo immer vorgefundenen Achsen.

Wien, den 22. April 1875.

E. Tilp m. p.

### Antwort an das Minoritäts-Votum.

Das Minoritäts-Votum sagt, dass die Natur der Erprobung von Bestandtheilen der Fahrzeuge mit der Function und Anspruchnahme dieser Theile im Betriebe möglichst vollkommen übereinstimmen muss und sich bis zum oder über das Maximum dieser Anspruchnahme hinaus erstrecken soll.

Wenn sich nun auch gegen diese Behauptung principiell nichts einwenden lässt, so dürfte doch eine Erprobungsart der Achsen, welche identisch wäre mit der Inanspruchnahme derselben im Betriebe, in der Ausführung nahezu unmöglich sein.

Wollte man in diesem Sinne vorgehen, so müsste man die Achsen unter Belastung so lange drehen, bis der Bruch erfolgt; da man über die Widerstandsfähigkeit derselben, resp. des Materials gegen Bruch unter Einwirkung der Kräfte, wie sie im Betriebe vorkommen, nur auf diese Weise Aufschluss erhalten könnte.

Eine solche Probe könnte also nur eine percentuelle sein, wobei man allerdings constatiren würde, ob die Achsen aus diesem oder jenem Material bezüglich der Eigen-

schaften derselben fähig wären, den verlangten Weg unter dem Fahrzeuge zu machen oder nicht. Wir glauben nun, dass, da eine solche Probe nur geeignet wäre, über die Qualität des verwendeten Materials, nicht aber über die Güte der Achsen selbst Aufschluss zu geben, und dass, da die Ausführung einer solchen Probe ungemein schwer, zeitraubend und kostspielig, die Anwendung derselben schon aus dem Grunde nicht rationell wäre, weil man sich über die Qualität des Materials auf eine weitaus einfachere Weise Gewissheit schaffen kann.

Als Vorbild haben wir die Versuche des früheren königl. Ober-Maschinenmeisters Wöhler, welcher mit Stäben, die er (in eine Scheibe, so wie es bei Achsen geschieht, eingepresst) unter Belastung continuirlich drehte, genau bestimmte, wie viel Umdrehungen das verschiedene Material aushält, bevor es bricht.

Aus den so gewonnenen Daten war es ihm dann ein Leichtes, die Dimensionen der Achsen, wie sie das verschiedene Material bedingt, resp. die zulässige Belastung zu rechnen.

Selbstredend wusste oder bestimmte sich Wöhler die Zugfestigkeit des zu den Notirungs-Versuchen verwendeten Materials und konnte dann weiter (wie er es auch thatsächlich in seinem Artikel: Achsen, deren Dimensionen etc., Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, 2. Band, anführt) sagen, Material mit einer Zugfestigkeit von  $x$  Kilo pro  $\square^{\text{mm}}$  hielt bei einer Belastung von  $x$  Kilo pro  $\square^{\text{mm}}$  diese oder jene Anzahl Umdrehungen bis zum Bruche aus. Es ist also durchaus nicht nothwendig, um die Eigenschaften des Materials, welches wir zu Achsen verwenden, kennen zu lernen, die Achsen selbst einer Probe conform der Inanspruchnahme im Betriebe zu unterwerfen, sondern man kann sich einfach mit der Zugfestigkeit begnügen.

Was die Schlagprobe anbelangt, so hat das Comité allerdings gesagt, dass dieselbe kein Kriterium für die Güte der Achsen abgeben kann; allein mit diesem Ausspruche will das Comité nicht gesagt haben, dass die Schlagprobe aus dem Grunde unzulässig sei, weil sie die Qualität des Materials nicht bestimmen könne. Eine solche Auffassung wäre entschieden unrichtig. Wie die Schlagprobe bis jetzt ausgeführt wurde, ist sie allerdings nicht zur Erzielung einer guten Qualität, resp. grösseren Widerstandsfähigkeit gegen Bruch geeignet gewesen, denn wir erzielten in den meisten Fällen durch die übermässigen Anforderungen, welche seitens der Proben gestellt wurden, nur sehr weiche Stahl-Achsen; weicher Stahl ist aber, abgesehen von seiner geringeren Festigkeit, auch in qualitativer Beziehung schlechter, als Stahl härterer Natur. Wenn die Schlagprobe aus der Zugfestigkeit des Materials construirt wird, oder in solcher Weise, dass man durch Versuche bestimmt, dieses Material vermöge seiner Widerstandsfähigkeit gegen Bruch bei Einfluss von Biegungen und Verwindungen leistet unter Schlägen so und so viel Kilometer aus, so hat man dann eine Schlagprobe, welche über die Eigenschaften des Materials ebenso gut Aufschluss geben kann, wie eine Zerreiss- oder andere Proben.

Da nun die Schlagprobe am leichtesten ausführbar ist und zur Bestimmung der Qualität des Materials

Datum	Nr. der Achse	Dimensionen der Achsen	Schläge folgen auf die mit 1 bezeichnete Seite der Achse	Schläge folgen auf die mit 2 bezeichnete Seite der Achse
	Mitte			
	Enden			
	Schlag Nr.			
	Fallhöhe			
	absolute Durchbiegung			
	Durchbiegung nach jedem Schlage			
	Schlag Nr.			
	Fallhöhe			
	absolute Durchbiegung			
	Durchbiegung nach jedem Schlage			
	Summe der mechanischen Arbeit in Kilogramm-Meter			
	Elasticitäts-Grenze der Achsen in Kilogramm-Meter			
	Maximum der Elasticität in Kilogramm-Meter			
	Anmerkung			



[illegible]

**Protokoll***der Geschäftsversammlung am 28. April 1875.*

Vorsitzender: Vereins-Vorsteher Oberbaurath Friedrich Schmidt.

Schriftführer: Vereins-Secretär E. R. Leonhardt.

Anwesend: 278 Mitglieder.

1. Der Vorsitzende eröffnet um 7 Uhr die diesmalige Schluss-sitzung und constituirt sie als Geschäftsversammlung unter Hinweis auf die Anwesenheit der beschlussfähigen Anzahl Mitglieder.

2. Das Protokoll der Geschäftsversammlung vom 24. I. M. wird verlesen, genehmigt und unterfertigt (von Seite des Plenums durch Bühler und H. Schmidt).

3. Der Geschäftsbericht vom 4. bis 28. April wird vorgelegt und zur Kenntniss genommen. Derselbe weist nach Beilage A 12 neu aufgenommene wirkliche Mitglieder, nach Beilage B diversen Zuwachs an die Vereins-Bibliothek auf.

4. Der Vorsitzende bringt die Einladung zur Theilnahme an der geographischen Ausstellung 1875 in Paris zur Kenntniss des Plenums, wie sie dem Vereine (G.-Z. 1296—75) vom hohen k. k. Unterrichts-Ministerium zugegangen ist, verweist auf die vom Professor Schön in Brünn heute hier ausgestellten interessanten Photographien von amerikanischen Brücken und referirt schliesslich, auf einen hierüber demnächst erscheinenden längeren Bericht verweisend, über die Beschlüsse der am Sonntag den 25. I. M. in Brünn stattgehabten Versammlung unserer Brünnler und noch anderer mährischen Mitglieder. Zum Mandatar wurde Civil-Ingenieur O. Burghardt in Brünn gewählt. Redner schliesst seine Mittheilung mit warmen Worten des Dankes für die herzliche Aufnahme, welche den Delegirten des Verwaltungsrathes in Brünn bereitet worden war.

5. Es trägt hierauf Central-Director Morawitz den Bericht des Localbahn-Comité's vor, wie derselbe in Beilage C enthalten ist\*).

In der sich anschliessenden Debatte stellt zunächst Baudirector Bode den Antrag: „Die Discussion und Beschlussfassung über den vorliegenden Comité-Bericht sei auf die nächste Session zu vertagen.“

General-Inspector H. Schmidt erweitert diesen Antrag dahin, der gehörte Bericht sei vor der Berathung darüber in der Zeitschrift zu publiciren.

Beide Anträge sind genügend unterstützt.

Ingenieur Strohmayr ist gegen Drucklegung des Berichtes, die er für zwecklos hält, da eine vollkommene Beurtheilung der Sache nur dann möglich sei, wenn man die eingereichten Projecte selbst genau kenne, und diese auch nur auszugsweise, oder die diesbezüglichen Referate der Sub-Comité's abdrucke, jedenfalls viel zu kostspielig sein würde.

Referent Morawitz kann sich mit einer vorläufigen Drucklegung des Berichtes in der Vereins-Zeitschrift und Vertagung der Discussion nur einverstanden erklären.

Baudirector Flattich spricht gegen die Vertagung, da ja von allen Seiten anerkannt werde, dass heute noch kein Project vorliege, welches positiv von uns Allen empfohlen werden könne, und das sei ja die Basis des ganzen Comité-Berichtes.

Ingenieur Deutsch unterstützt die Anträge Bode's und H. Schmidt's, da vor Allem den Mitgliedern Zeit gegönnt werden soll, sich über die in dem Archiv des Vereins hinterlegten Sub-Comité-Referate zu orientiren.

Nachdem Schluss der Debatte beantragt und angenommen ist, bringt der Vorsitzende die Anträge Bode's und H. Schmidt's nacheinander zur Abstimmung. Beide werden nahezu einstimmig zum Beschlusse erhoben.

Der Bericht des Localbahn-Comité's wird daher mit einer diesbezüglichen einleitenden Bemerkung in der Vereins-Zeitschrift abgedruckt und findet die Discussion und Beschlussfassung erst in der nächsten Session statt.

6. Es referirt nunmehr Ober-Inspector Gerlich über die Beschlüsse des Comité's, eingesetzt zur Begutachtung der Köstlin'schen Objects-Typen für ökonomische Bahnen, und zwar vertritt Redner das Majoritäts-Votum (Hornbostel, Gerlich, Gunesch) nach dem

\*) Die Beilagen C, D u. E werden im Juli-Hefte die Aufnahme finden.

Wortlaut der Beilage D, während Professor Winkler nach Beilage E ein Minoritäts-Votum abgibt.

Nach einer längeren Debatte, an deren Schluss Director Köstlin den lebhaften Wunsch zum Ausdruck bringt, es möge ihm wenigstens seitens der hohen Regierung die Erlaubniss gegeben werden, ein Object nach seinem System ausführen zu dürfen, an welchem sich dasselbe bewähren könne, fasst die Versammlung den Beschluss, über das Meritorische dieser Angelegenheit nicht abzustimmen, sondern beide Berichte zur Kenntniss zu nehmen und in der Vereins-Zeitschrift zu publiciren.

7. In gleicher Weise wird beschlossen, die Frage, die dem Besemer-Stahlschproben-Comité vorgelegen hat, formell abzuschliessen, und nachdem noch der Vorsitzende den Verein zu dieser seiner principiell aufgestellten Anschauung, dass in wissenschaftlichen Dingen nicht abgestimmt werden könne, beglückwünscht und es übernimmt, im Verwaltungsrathe die Ausarbeitung einer Vorlage bezüglich Ausfüllung der diesfallsigen Lücke in der Geschäftsordnung anzuregen, erklärt er die diesmalige Session für geschlossen.

Nachrichtlich durch den Schriftführer  
E. R. Leonhardt.

**Geschäftsbericht**

für die Zeit vom 4. bis incl. 28. April 1875.

Beilage A.

Als wirkliche Mitglieder wurden aufgenommen die Herren:

Ackerl Josef, Ober-Inspector der priv. Südbahn-Gesellschaft in Wien. — Cattaneo Jacob, Divisions-Ingenieur, Wien. — Herzmansky Richard, Ingenieur der k. k. General-Inspection der österr. Eisenbahnen, Wien. — Hladisch Clemens, Baumeister, Mährisch-Ostrau. — Hoefft Oscar, Techniker, Vertreter der Firma Rüdgers in Wien. — Kasalowsky Josef, Ingenieur, Wien. — Kern Romuald, Ingenieur beim Fortifications-Bau, Krakau. — Maschek Josef, Ingenieur der k. k. priv. österr. Nordwest-Bahn. — Pinkas Julius, Ingenieur, Rio de Janeiro. — Pollak, Ingenieur-Assistent der a. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Wien. — Schwarz Adolf, Ingenieur, Rio de Janeiro. — Schirmer Leopold, Ingenieur, Rio de Janeiro.

Beilage B.

Zuwachs der Vereins-Bibliothek.

Ausser den zahlreichen regelmässig einlaufenden periodischen Druckschriften sind der Vereins-Bibliothek folgende Werke von den Herren Autoren als Geschenk gewidmet worden:

Verein der Montan- und Eisen-Industriellen in Oesterreich, Die Eisen-Industrie und die Zolltarife. 8°. Selbstverlag des Vereins. Wien 1875. — Exner, k. k. Regierungsrath. Ein System der vergleichenden mechanischen Technologie. II. Art. Arbeitsbegriff: Giesserei. Separat-Abdruck aus Dingler's polytechn. Journal 1875. — Gruner & Thiem, Regensburg, Vorproject zu einer Wasserversorgung von Strassburg, von H. Gruner & Thiem, Strassburg 1875, kl. 8°. — Handels- und Gewerbekammer Wien. Vorschläge zur Einführung des metrischen Maasses und Gewichtes in der Eisen-Industrie und dem Eisenhandel nach den Berathungen der niederösterreichischen Handels- und Gewerbekammer, zusammengestellt von J. M. Fuchs. 8°. Wien 1875 bei Leopold Sommer & Comp. — Paget. Report on the utilization of Peat and Peat Land by Mr. Frederick Paget, Juror of Group VII. Univ. Exhib. 1873. — Baron v. Kallina. Studien über die Eisenbahn-Reform in Oesterreich, von Dr. K. K. Wien 1875. 8°, bei Ed. Holz. — Oberbaurath C. Sorge, Dresden. Ein weiteres Wort zu Gunsten der Secundär-Bahnen in Sachsen. 8°, als Manuscript gedruckt. Dresden 1875 bei C. Heinrich.

Zur Recension wurden eingesendet:

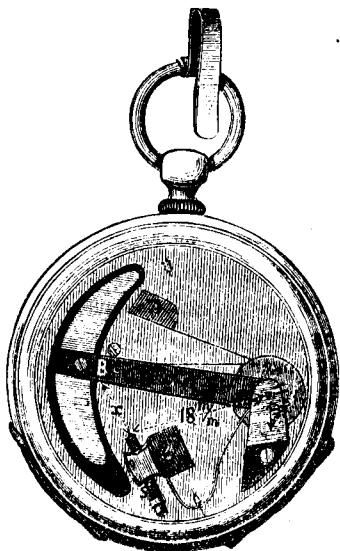
Die Bauführung unter Zugrundelegung des neuen Maasses und Gewichtes von C. Busch. kl. 8°. Leipzig 1875, bei O. Spamer. Preis 5 Mark. — Die Schule des Zimmermanns von B. Harres. I. Theil. Hochbauten mit 310 Abbildungen. Leipzig 1875, bei O. Spamer. Preis 3½ Mark. — Ungewitter. Lehrbuch der gothischen Constructionen nebst 1 Atlas. 2. Auflage I. Lieferung m. 8°. Leipzig 1875, bei T. O. Weigel. — Entwurf eines Patentgesetzes für das deutsche Reich nebst Motiven, verlegt durch den deutschen Patentschutz-Verein. kl. 8°. Berlin 1875, bei Fr. Kortkamp. — Der Erdbau von W. Heyne. 8°. 2. Lieferung. Wien 1875, bei A. Hölzer.

**Der Odometer** von Gonzenbach & Hetzel in Wien; besprochen von Carl Maader, Ober-Ingenieur der k. k. priv. Staats-eisenbahn-Gesellschaft.

Der Odometer ist ein Distanzmesser in Form einer Taschenuhr, welche an dem Haken am Knopfloch des Rockes, oder besser in einer Westentasche aufrecht gehangen wird und den von einem Fussgänger zurückgelegten Weg auf dem Zifferblatt in Metermaass ausdrückt.

Die Bewegung der Zeiger am Zifferblatt wird durch ein sehr empfindliches Pendel *B* bewirkt, welches bei jedem Schritt ein damit in Verbindung stehendes Sperrrädchen um eine Schrittlänge vorwärts bewegt. Durch die Uebersetzung dieses Rädchens über andere Zwischenrädchen auf die Zeigerrädchen werden schliesslich die Zeiger um die zurückgelegte Distanz bewegt.

Fig. 1.



Bleibt man unterwegs stehen, so bleibt auch das Pendel ruhig, so dass nur die factisch durchschrittene Distanz angezeigt und abgelesen wird.

Der Odometer Nr. 1 hat auf dem Zifferblatte zwei Zeiger, wovon der kleine Zeiger bei einer Umdrehung 100<sup>m</sup>, hingegen der grosse Zeiger 10<sup>km</sup> beschreibt, bei je 100<sup>m</sup> des kleinen Zeigers rückt der grosse Zeiger um einen Theilstrich vor. Die durchschrittenen Distanzen können daher auf 1<sup>m</sup> genau abgelesen werden.

Dieser Odometer eignet sich vorzüglich für Ingenieure und Geometer zur Controlirung von gemessenen Distanzen (Kettenmessungen) und Messungen bei generellen Aufnahmen, für Mappeurs zur Messung der durchschrittenen Distanzen bei den Mappirungs-Aufnahmen, was bis jetzt noch immer durch das höchst unsichere Schrittzählen bewirkt werden muss, und wobei sowohl Zählungs- als Reductionsfehler unvermeidlich sind; ferner für Militärs zur Abschreibung von Schussdistanzen.

Bei der allgemeinen Einführung des Metermaasses dürften wohl auch die Schussdistanzen in Metermaass ausgedrückt werden; regulirt

Fig. Nr. I a.

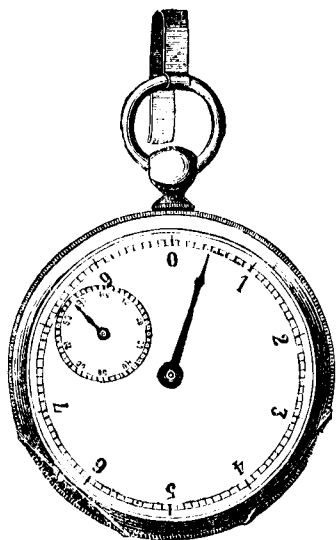
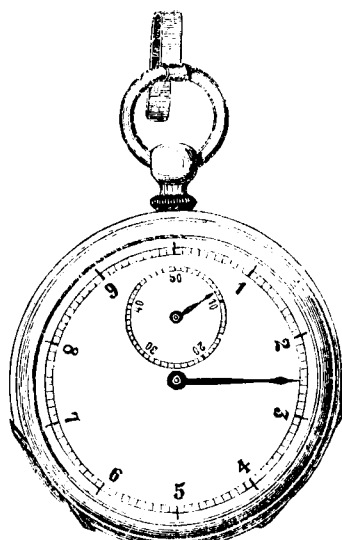


Fig. Nr. II a.



man übrigens den Odometer per Meter gleich einem Schritt, so kann man darauf ebenso gut die durchschrittene Schrittzahl ablesen.

Der Odometer Nr. II hat auf dem Zifferblatt zwei Zeiger, wo der grosse Zeiger bei einer Umdrehung 1<sup>km</sup>, hingegen der kleine Zeiger 50<sup>km</sup> beschreibt. Bei jeder Umdrehung des grossen Zeigers rückt der kleine Zeiger um 1<sup>km</sup> Theilstrich vor; die durchschrittenen Distanzen können daher auf 10<sup>m</sup> genau abgelesen werden.

Dieser Odometer eignet sich vorzüglich für Strassen- und Wasserbau-Ingenieure, für Genie- und Generalstabs-Officiere, um grössere

Strecken zu controliren oder generell vermessen zu können, für Spaziergänger, Touristen und Alpenbesteiger, um grössere Fusstouren, welche in einem oder mehreren Tagen gemacht werden, mit voller Sicherheit abschätzen zu können.

Da die Schritte eines jeden Fussgängers nicht immer übereinstimmen können, so ist in solchen Fällen der Odometer leicht zu reguliren und kann derselbe jeder Schrittart angepasst werden.

Geht zum Beispiel der Schritt des Fussgängers über das gewöhnliche Schrittmass von 0.75<sup>m</sup> hinaus, so muss die Pendelschwingung verlängert, hingegen, wenn die Schritte kleiner sind, verkürzt werden.

Die Verlängerung oder Verkürzung der Pendelschwingung kann durch die Regulir-Schraube *S* (Fig. 1) mit Zuhilfenahme eines Uherschlüssels bewirkt werden.

Es ist Jedermann leicht möglich, sich den Odometer nach seinem Schrittgange auf empirischem Wege zu reguliren, da man nur eine gemessene Strecke von 100<sup>m</sup> zurückzulegen braucht, und das Mehr- oder Mindermaass, welches der Zeiger zeigt, so lange an der Schraube regulirt, bis das Maass mit dem Zeigerstand genau übereinstimmt.

Man kann jedoch nach der Grösse des Schrittes auch die Schwingungsgrösse *x* des Pendels durch Rechnung finden und hiernach sofort den Odometer für seinen Schrittgang durch die Schraube reguliren und richtig stellen.

#### Berechnung des Odometers Nr. I.

Die Uebersetzungen der Rädchen sind:

$$\frac{40 \times 10 \times 80}{10 \times 1 \times 10} = 320.$$

Bei einer Umdrehung des grossen Zeigerrades von 10.000<sup>m</sup> wird das Sperrrädchen  $a = \frac{10000}{320} = 31.25^m$  beschreiben.

Beträgt nun der Schrittgang des betreffenden Fussgängers, für welchen der Odometer regulirt werden soll,  $S^m$  Schritte auf einer gemessenen Strecke von 100<sup>m</sup>, so werden, da bei jedem Schritt eine Pendelschwingung eintritt, für eine Umdrehung des Sperrrädchens von 31.25<sup>m</sup>

$$31.25 : \frac{100}{S} = \frac{S}{3.125}$$

Schritte gemacht werden müssen.

Der Umfang des Sperrrädchens beträgt bei einem Durchmesser von 10.5<sup>mm</sup>

$$d. \pi. = 10.5 \times 3.14 = 32.97,$$

das Sperrrädchen wird sich daher bei jedem Schritt oder jeder Pendelschwingung um

$$\frac{32.97 \times 3.125}{S} = \frac{103.03^{mm}}{S}$$

vorwärts bewegen müssen, woraus die Pendelschwingung

$$x = \frac{18}{5.25} \times \frac{103.03}{S} = \frac{353.24^{mm}}{S}$$

leicht gefunden wird.

Bei dem gewöhnlichen Militärschritt rechnet man 5 Schritt auf 2<sup>0</sup> = 12', oder 1 Schritt = 2.4' = 0.75<sup>m</sup>; das gibt 133 Schritte auf 100<sup>m</sup>.

Nehmen wir drei verschiedene Personen an, hätte zum Beispiel:

1. ein kleiner Mann  $S = 150$  Schritte auf 100<sup>m</sup>
2. „ Militärist  $S = 133$  „ „ 100<sup>m</sup>
3. „ grosser Mann  $S = 125$  „ „ 100<sup>m</sup>

so wird die Pendelschwingung in diesen drei Fällen:

$$x_1 = 2.35^{mm}$$

$$x_2 = 2.65^{mm}$$

$$x_3 = 2.82^{mm}$$

betragen.

Hieraus sieht man deutlich, dass bei kleinen Schritten die Pendelschwingung verkürzt und bei grösseren Schritten verlängert werden muss.

Will man diesen Odometer in einen Schrittzähler verwandeln, so braucht man nur:

$S = 100$  Schritte auf  $100^m$   
zu setzen, und man wird dann die Pendelschwingung  
finden.

$$x = 3.53^{mm}$$

Berechnung des Odometers Nr. 2.

Die Uebersetzungen der Rädchen bloß für den grossen Zeiger sind:

$$\frac{32 \times 32 \times 32}{8 \times 10 \times 10} = 40.96,$$

und nachdem der grosse Zeiger einen Weg von  $1000^m$  beschreibt, so wird die Umdrehung des Sperrrädchens sein:

Fig. Nr. II b

$$a = \frac{1000}{40.96} \text{ Meter.}$$

Bei einer Schrittzahl  $S = 100$   
auf  $100^m$  wird eine Umdrehung des  
Sperrrädchens

$$a = \frac{1000}{40.96} \times \frac{S}{100} = \frac{10 \times S}{40.96}$$

Schritte erfordern, und wird sich  
dasselbe bei einem Umfange von

$$d \cdot \pi = 10.5 \times 3.14 = 32.97^{mm}$$

bei jedem Schritt um

$$\frac{32.97 \times 40.96^{mm}}{10 \times S}$$

vorwärts bewegen; es wird also die  
Pendelschwingung sein:

$$x = \frac{18 \times 32.97 \times 40.96^{mm}}{5.25 \times 10 \times S} = \frac{463.01^{mm}}{S}$$

Nehmen wir wieder die drei  
Fälle an, nämlich:

$S = 150$  Schritte auf  $100$  Meter, so wird sein  $x_1 = 3.08^{mm}$

$S = 133$  " "  $100$  " " "  $x_2 = 3.50^{mm}$

$S = 125$  " "  $100$  " " "  $x_3 = 3.70^{mm}$

Bei ansteigendem Terrain wird der Schritt des Fussgängers verkürzt und wird auch nur die Länge in der geneigten Ebene gemessen.

Um nun die horizontale Distanz zu finden, welche man bei ansteigendem Terrain durchschritten hat, muss man einen Coefficienten ge-

brauchen, worin sowohl die Verkürzung des Schrittes als die Reducirung auf die Horizontale in Rechnung gezogen ist.

Bezeichnet zum Beispiel

$W$  die horizontale Distanz,

$W_1$  die gemessene Distanz in der geneigten Ebene,

$\alpha$  die Procente des geneigten Terrains, so ist:

$$W = W_1 - \frac{1}{2} \alpha \frac{W_1}{100},$$

d. h. von der auf der geneigten Ebene gemessenen Distanz ist die Hälfte der Ansteigung in Procenten in Abzug zu bringen.

Beträgt der gemessene Weg bei einer Ansteigung von 6 Procent, z. B.  $1500^m$ , so wird die horizontale Distanz

$$W = 1500 - (3 \times 15) = 1455^m$$

betragen.

Bis zu 30 Procent Ansteigung stimmt die obige Reductions-Formel ziemlich genau mit der Erfahrung, und darüber hinaus wird die Steigung für die Fussgänger zu beschwerlich, um durch ein gleichmässiges Schrittmaass überhaupt Distanzen messen zu können.

Die Vortheile dieser Odometer bestehen in:

1. der leichten Handhabung, da derselbe beim Gebrauche in ein Knopfloch des Rockes oder in einer Westentasche an dem daran befindlichen Haken aufgehangen zu werden braucht;

2. der directen Ablesung des zurückgelegten Weges in Metermaass;

3. der leichten Regulirung nach dem gewöhnlichen Schrittmaass eines jeden Fussgängers;

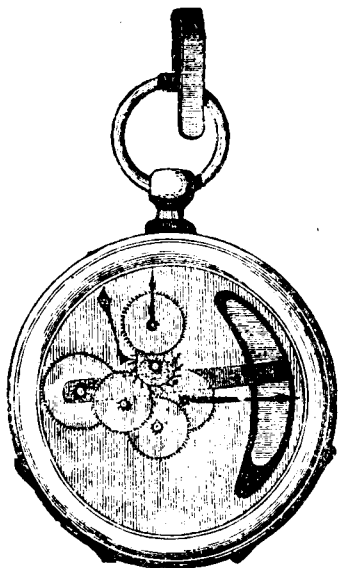
4. der bequemen Art von Distanz-Messungen bei generellen Aufnahmen und Controlirung gemessener Distanzen wegen etwaiger grosser Fehler;

5. in der Verwendung desselben als Schrittzähler mit der sicheren Ablesung der gemachten Schritte;

6. endlich in der Billigkeit der Anschaffung.

Dieser einfache, nützliche und höchst sinnreiche Odometer \*) kann jedem Ingenieur, Geometer, Mappedeur, Genie-Officier, Touristen und Alpenbesteiger als eine höchst wünschenswerthe Ausrüstung bestens empfohlen werden.

\*) Selbe werden in der Schweiz erzeugt und sind ausschliesslich bei Gonzenbach & Hetzel in Wien (Jacobergasse 6) zu beziehen.

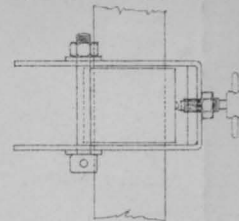


# FÜR LOCOMOTIVE MIT ÄUSSEREN RAHMEN.

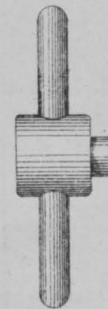
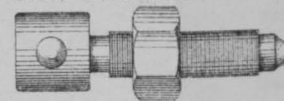
Grundriß der Vorrichtung ohne Patronenhülse.

$\frac{1}{10}$  der nat. Gr. Schnitt AB.

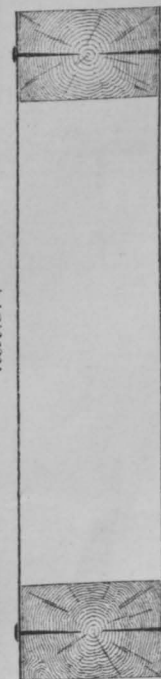
Fig. 1.



Stell-Schraube  $\frac{1}{2}$  der nat. Gr.



Patronen Hülse  
nat. Gr.

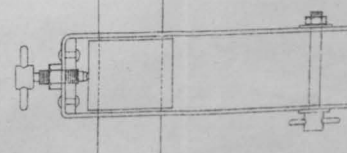


# FÜR LOCOMOTIVE MIT INNEREN RAHMEN.

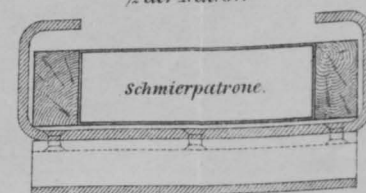
Grundriß der Vorrichtung ohne Patronenhülse.

$\frac{1}{10}$  der nat. Gr. Schnitt CD.

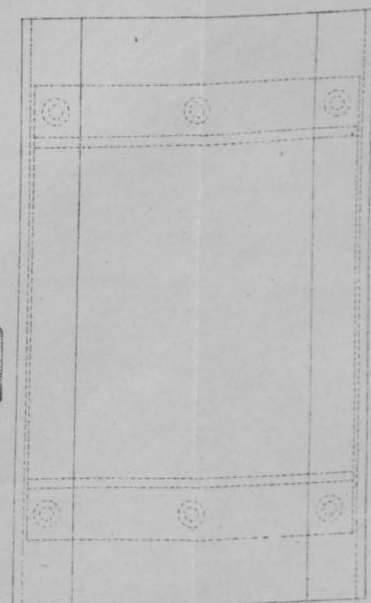
Fig. 2.



Patronen-Halter sammt  
Patronen Hülse.  
 $\frac{1}{2}$  der Nat. Gr.



Schmierpatrone.

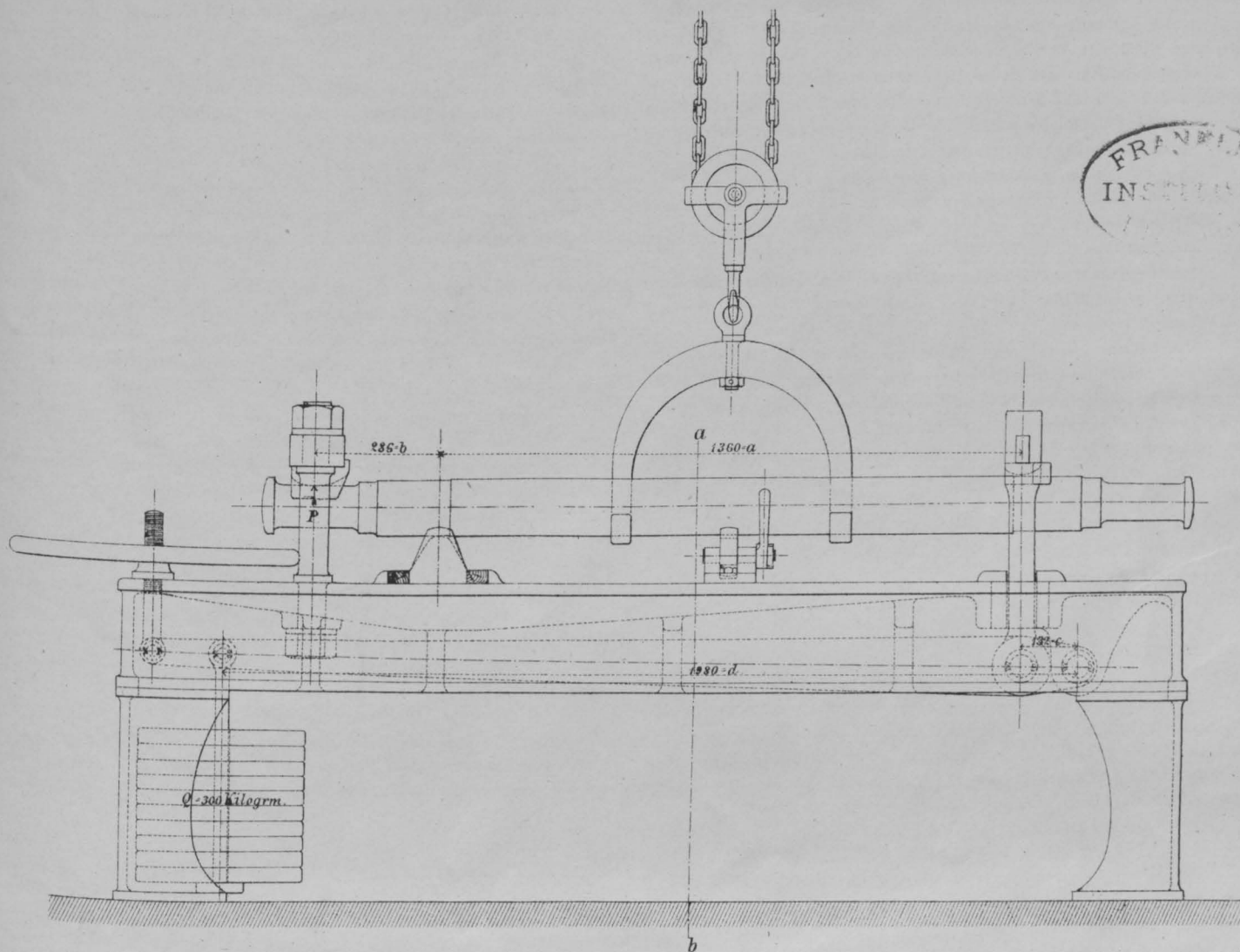


R. Waldheim art. Aust. Wien



# PROBIRVORRICHTUNG FÜR EISENBAHNACHSEN.

Maaßstab 1:5 d. nat. Gr.



$a_c = 15$ ,  $a/b = \text{cca } 4.75$   
 $P_0 = 71.25$ , ohne Rücksicht auf das  
 wirksame Gewicht d. Hebels und d. Achse  
 ist  $P = Q \times a_c \times a/b = 21375$  Kilgrm.

Schnitt a b.

